

AD-A226 532

①

AGARD

ADVISORY GROUP FOR AEROSPACE RESEARCH & DEVELOPMENT

HIGHLIGHTS 90/2 Part 2



PRESENTATION AUX DELEGUES NATIONAUX AGARD
DE L'INDUSTRIE AEROSPATIALE FRANÇAISE ET DU COMPLEXE TOULOUSAIN
38^{ème} Conseil AGARD - TOULOUSE - 29 MARS 1990

DISTRIBUTION STATEMENT A

Approved for public release
Distribution Unlimited

NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION

DTIC FILE COPY

90 09 04 053

AGARD HIGHLIGHTS 90/2 part 2

SEPTEMBER 1990

NOTE DU DIRECTEUR DE L'AGARD Note from the AGARD Director	1
PRESENTATION DE L'INDUSTRIE AEROSPATIALE FRANCAISE (IGA LAMY) Presentation of the French Aerospace Industry	2
LE CENTRE D'ETUDE ET DE RECHERCHES DE TOULOUSE ET LE CENTRE DU FAUGA-MAUZAC DE L'OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE RECHERCHES AEROSPATIALES (ONERA) (Mr. CARRARA - Directeur) Toulouse Research Centre (CERT) and the FAUGA- MAUZAC Test Center C.F.M. of the French National Aerospace Research Agency (ONERA)	3
LE CENTRE D'ESSAIS AERONAUTIQUES DE TOULOUSE (CEAT) DE L'OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE RECHERCHES AEROSPATIALES (ONERA) (IGA RIPOLL - Directeur) Toulouse Aeronautical Test Center of the French National Aerospace Research Agency (ONERA)	4
LE CENTRE D'ETUDES ET DE RECHERCHES DE TOULOUSE (CERT) Etablissement de l'OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE RECHERCHES AEROSPATIALES (ONERA) (IGA PEYRARD - Directeur) Toulouse Research and Studies Center (CERT) of the French National Aerospace Research Agency (ONERA)	5
AEROSPATIALE LE MAITRE D'OEUVRE ET SES SOUS- TRAITANTS. LA SOUS-TRAITANCE : UNE COMPOSANTE STRATEGIQUE LA POLITIQUE D'AEROSPATIALE (Mr. HUET - Directeur de Production, Division Avions) AEROSPATIALE : The Prime Contractor and his Subcontractors Subcontracting : A strategic element in AEROSPATIALE policy	6
LE CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALE L'AGENCE SPATIALE FRANCAISE (Mr. SUSSEL - Directeur Général Adjoint) French National Aerospace Center The French Space Agency	7

Cover Picture :

A Rafale model in the S2 wind tunnel at Modane
Maquette de Rafale à la soufflerie S2 de Modane.

Accession For	
NTIS CRA&I	<input checked="" type="checkbox"/>
DTIC TAB	<input type="checkbox"/>
Unannounced	<input type="checkbox"/>
Justification	
By	
Distribution /	
Availability Codes	
Dist	Avail and/or Special
A-1	

PREFACE

Pendant de nombreuses années, la France a accueilli la réunion de printemps du Conseil des Délégués Nationaux de l'AGARD. Traditionnellement, cette réunion se tient au magnifique Centre des Conférences Internationales, Avenue Kléber, Paris. Or, en 1989, nous avons été informés que les salles de réunion habituelles ne seraient peut-être pas disponibles pour la réunion du NDB au printemps 1990. Ainsi, il a été proposé de tenir la réunion à Toulouse, centre important d'activités aérospatiales. Par la suite, les Délégués Nationaux français ont proposé d'inclure au programme une journée nationale, telle qu'elle avait été organisée par les autres pays hôtes de l'OTAN lors des réunions de l'automne, mais qui ne s'était jamais produite en France.

La réunion du NDB du mois de mars 1990 s'est donc tenue à l'Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace (Sup'Aéro) et les participants ont pu participer à des visites techniques lors de la journée nationale le 29 mars 1990.

Préalablement aux visites, l'IGA Lamy, Délégué National de l'AGARD, a présenté un aperçu des activités aérospatiales en France. Son exposé fut suivi par des présentations de l'ONERA, du CERT, du CEAT, de l'AEROSPATIALE et du CNES.

Une journée nationale AGARD offre au pays hôte la possibilité de présenter ses capacités aérospatiales nationales aux représentants des autres pays de l'Alliance. Elle permet de susciter un intérêt qui peut très bien conduire à des accords de coopération.

L'idée de diffuser les textes de toutes les Introductions à l'ensemble de la communauté de l'AGARD nous a semblé bonne, mais un tel volume d'informations déborde le cadre du budget des HIGHLIGHTS. Heureusement, les Autorités Françaises ont pu prendre en charge la réalisation de la présente publication, y compris la traduction en anglais et ont accepté d'en supporter les frais.

J'ai donc beaucoup de plaisir à vous proposer le volume II des HIGHLIGHTS de l'AGARD édition 90/2.

PREFACE

France has hosted the Spring Meeting of the National Delegates Board and the associated meetings for many years. These are generally held at the splendid Centre de Conférences Internationales, Avenue Kleber, Paris. When it became clear that the Centre would not be available to AGARD in the Spring of 1990, it was suggested holding the meeting in Toulouse, a major centre of aerospace activities. It was then also suggested by the French National Delegates to host a National Day such as we have had in the other NATO countries during the Fall meetings, but never in France.

The March 1990 meeting of the NDB was thus held at the Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace (Sup'Aéro) and during the National Day, 29 March 1990, several technical visits were conducted. Prior to the visits, French National Delegate, Ingenieur General de l'Armement Lamy, presented an overview of the aerospace activities in France. His talk was followed by introductions to the visits to ONERA-CFM, CEAT, AEROSPATIALE and CNES.

An AGARD National Day offers the host country the opportunity to present its national aerospace capabilities to the leading representatives of the other nations of the Alliance. It is a means of simulating interest which may result in further cooperation. The French National Authorities generously offered to prepare the introductory speeches, including translations into English, and to bear the production cost so that the information would be available to a wider audience than those in attendance at the meeting. So, it is with great pleasure that we offer you Part Two of AGARD Highlights 90/2.

Jan A van der Blik
AGARD Director

EXPOSE DE L'IGA LAMY DELEGUE NATIONAL AGARD
(le 29 mars 1990, à l'occasion de la réunion du Conseil des Délégués Nationaux de l'AGARD à Toulouse)

ADDRESS GIVEN BY I.G.A. LAMY, AGARD NATIONAL DELEGATE
(to the National Delegates Board Meeting in Toulouse on 29th March 1990)

Monsieur le Président, Monsieur le Directeur, Mesdames, Messieurs,

Je tiens d'abord à vous remercier Monsieur le Président d'avoir bien voulu accepter que soit organisée cette journée nationale. Mes remerciements vont aussi au Directeur de l'AGARD qui a pu ménager ce créneau dans le programme proposé aux Délégués. Enfin, je veux remercier tout spécialement le Général ALEXIS qui a contribué de manière déterminante à la mise sur pied de cette journée.

Les exposés feront ultérieurement l'objet d'une publication groupée. Je demande donc aux intervenants de les résumer à l'essentiel afin de laisser le maximum de temps aux visites qui suivront. Pour la même raison, je vous remercie de bien vouloir accepter qu'il n'y ait pas de question aux cours des exposés et que les questions éventuelles soient posées au cours des visites.

Avant de donner la parole aux personnes qui vous parleront plus spécifiquement des établissements toulousains dont deux seront visités par un groupe et les deux autres par l'autre groupe je vais planter le décor général dans lequel s'insèrent les réalisations concrètes que vous verrez.

I - L'Aéronautique française a un passé riche de réalisations auxquelles la région toulousaine a beaucoup contribué. Permettez-moi d'abord d'évoquer l'oeuvre de Clément ADER que nous considérons en France comme le père de l'aviation. Cette évocation me paraît opportune pour deux raisons. D'une part, diverses manifestations célébreront en France le centième anniversaire du premier décollage au monde d'un avion à moteur.

Mr Chairman, Mr Director, Ladies and Gentlemen.

I should first like to thank the Chairman for having agreed to the organisation of this National Day. My thanks also go to the Director of AGARD for managing to find this slot in the programme which was proposed to the Delegates. Finally, my special thanks go to General ALEXIS, whose contribution was vital to the arrangements.

The various talks given today will appear as a publication at a later date, so I would ask those concerned to restrict their remarks to the essentials so as to allow a maximum amount of time for the visits which will follow. For the same reason, I would ask you to agree to wait until the visits take place to ask any questions you may have.

Before handing over to the people who are going to talk to you about our aircraft establishments here in Toulouse, two of which will be visited by one group of you and two by the other, I should like to fill in the general background a little, so as to place your visits in the National context.

I - French aeronautics has a history crowded with achievement, to which the region of Toulouse has contributed a great deal. Allow me to mention first the work of Clément ADER, who is considered in France as the father of aviation. The reference seems relevant to me for two reasons. First, various preparations are under way in France to celebrate the centenary of the world's first successful take-off by a powered aircraft.

Il fut effectué par ADER le 9 octobre 1890 sur son avion qui s'appelait l'EOLE.

Au delà du fait historique, cette commémoration est pour nous l'occasion de mieux connaître ce personnage d'exception, passionné par l'aviation et par certains égards visionnaire de génie.

Dès 1870, soit 20 ans avant le vol de l'Eole, il écrivait - je cite - que "la navigation dans l'atmosphère était un fait accompli et qu'il en possédait l'invariable principe", il en voyait l'intérêt dans le domaine militaire qu'il décrivait ainsi - je cite - "surveiller l'ennemi, en déterminer la position, le nombre et les opérations ; être un moyen de communication entre les villes investies et entre les armées éloignées". Il était donc animé de cet esprit prospectif, convaincu et réalisateur qui sous-tend les activités de l'Agard.

La deuxième raison qui m'incite à évoquer Clément ADER est son origine régionale. Il est né à MURET à 20 kms au sud de Toulouse et conçut son avion par ici. Cependant, il faut reconnaître que le premier vol de l'EOLE eut lieu en région parisienne et qu'ADER, peut être parce que son mérite ne fut pas complètement reconnu par ses contemporains, peut être parce que les idées qu'il défendait étaient en avance d'une ou deux décennies sur son temps, ne contribua pas directement à l'essor aéronautique de la région toulousaine. D'autres événements intervinrent plus tard et contribuèrent plus directement à cet essor.

Je voudrais d'abord citer l'action de certains personnages audacieux, entreprenants et qui sont entrés, comme Clément ADER, dans l'histoire de l'aéronautique. Latécoère, l'un des premiers industriels de l'aéronautique et son compagnon Dewoitine installèrent, à l'issue de la première guerre mondiale, une usine de production d'avions sur le terrain de MONTAUDRAN, proche d'ici.

It was achieved by ADER on 9th October 1890 in his aircraft the EOLE, named after the Greek god of winds.

Aside from considerations of historical fact however, this commemoration is an opportunity for us to learn a little more about this exceptional person, who was fascinated by aviation, and who was, in some respects, a visionary of genius.

Already in 1870, twenty years before the first flight of the EOLE, he was writing - "navigation through the atmosphere is a fait accompli for me, as I understand its basic principle". He realised its military potential, which he described thus - "to be able to monitor the enemy's movements, determine his position, his numbers and his operations ; to act as a means of communication between besieged towns and distant armies". Clearly, ADER was animated by the same forward-looking, committed and workmanlike spirit which informs AGARD activities.

The second reason which prompts me to speak of Clément ADER is his regional origin. He was born at MURET, some 20 kilometres south of TOULOUSE, and this is where he designed his plane. It must, I suppose be said that the first flight of the EOLE was made in the PARIS region and that ADER, perhaps because his talent was not fully recognised by his contemporaries, perhaps because the ideas he defended were some twenty years ahead of their time, did not contribute directly to the rise of the TOULOUSE region as an aeronautical centre. Other events occurred later which contributed more directly to this rise.

I should now like to talk about a few bold and enterprising people who, like Clément ADER, have entered the pages of aeronautical history.

After the first world war, Latécoère, one of the first aircraft manufacturers, and his partner Dewoitine, set up an aircraft factory on a piece of land at MONTAUDRAN, near here.

Le Midi de la France, épargné par les conflits, se révélait comme un lieu privilégié pour le développement d'une industrie capitale pour la défense du pays. Mais, avec la paix, d'autres débouchés devaient voir le jour. C'est à cette époque que commença la grande aventure, à l'initiative de Latécoère, des liaisons aériennes au départ de Toulouse : d'abord vers l'Espagne, puis le Maroc, l'Afrique, l'Amérique du Sud. Didier Daurat inaugura en 1919 la ligne Toulouse - Rabat. Il faut également citer Mermoz qui relia Toulouse à Saint Louis du Sénégal en 1927, Guillaumet dont l'appareil s'écrasa dans les Andes, sans oublier Saint-Exupéry pilote et poète.

Les bases industrielles forgées par Latécoère en 1917 furent renforcées en 1945 avec le regroupement des entreprises aéronautiques. L'avenir aéronautique de Toulouse était alors tracé : 1955 vit le premier vol de la Caravelle ; puis 1969 vit celui de Concorde - auquel certains britanniques de notre assemblée étaient peut-être présents - et simultanément le lancement de l'Airbus A 300.

Dans les années 60, à l'initiative du gouvernement, un effort important de décentralisation fut lancé pour désenclaver la région parisienne. Sup'aéro, l'Ecole nationale supérieure de l'aéronautique et de l'espace qui a formé depuis 1909 des générations d'ingénieurs de l'aéronautique s'installa en 1968 à Toulouse. A cette école est étroitement associé un établissement de l'ONERA, le CERT, centre d'études et de recherche de Toulouse créé en 1968 et dont la mission est à la fois de participer à l'enseignement à Sup'aéro et aux programmes de recherche de l'ONERA.

A la même époque fut installée l'Ecole nationale supérieure de l'aviation civile qui forme les pilotes de ligne et les ingénieurs de l'aviation civile.

Enfin cet effort de décentralisation fut complété par l'installation à Toulouse du Centre National d'Etudes Spatiales (Pl. 1 et 2).

Cependant, la France aéronautique ne se limite pas à Toulouse. Beaucoup d'autres ont fait oeuvre de pionniers.

Southern France, spared the rigours of the Front, appeared a prime choice for the location of an industry vital to the defense of the nation. The post war period however produced other alternatives. It was at this time that TOULOUSE started to become a centre for international air travel. At the instigation of Latécoère, air links were established with Spain, Morocco, Africa and South America. Didier Daurat inaugurated the TOULOUSE-RABAT line in 1919. We should also mention Mermoz, who linked TOULOUSE to SAINT LOUIS in Senegal in 1927, Guillaumet, whose plane crashed in the Andes, and Saint-Exupéry the pilot and poet.

The manufacturing base laid down by Latécoère in 1917 was reinforced in 1945 by the amalgamation of the different aircraft companies. The aeronautical future of TOULOUSE was now assured : 1955 saw the first flight of the CARAVELLE, followed by the CONCORDE in 1969, at which perhaps some of our British colleagues here today were present, and at the same time the launch of the AIRBUS 300.

In the 1960's the government launched a major decentralisation programme, designed to take the pressure off the PARIS region. SUP'AERO, the national aeronautics and space university, which has been training aeronautical engineers since 1909, moved to TOULOUSE in 1968. An ONERA body, the CERT, is closely associated with SUP'AERO. The CERT, or Toulouse design and research centre, was founded in 1968, with a brief to participate in teaching activities at SUP'AERO and in the ONERA research programmes.

At about the same time, the National Civil Aviation School was founded to train pilots and engineers for the Civil aviation industry.

This decentralisation effort was completed by the siting at TOULOUSE of the National Space Studies Centre.

French aeronautics is not limited to the sons of TOULOUSE however. Many others have done pioneering work.

Je ne les évoquerai pas sinon indirectement en vous montrant les deux listes de programmes, respectivement d'aéronefs et de missiles, qui nationalement ou en coopération ont jalonné l'essor de l'Aéronautique en France dans les 35 dernières années.

Ces programmes témoignent des compétences françaises. Tous ces matériels sont en service opérationnel en France. Beaucoup, dans la mesure où leur exportation a pu être autorisée, ont connu un grand succès commercial et sont en service dans d'autres pays. Certains sont encore en cours de production comme vous pouvez le constater. Plusieurs d'entre eux ont été le fruit de programmes de coopération auxquels la France a apporté sa contribution.

Je me suis limité sur ces planches à signaler les coopérations intervenues dès la phase de développement des programmes. Certaines coopérations sont intervenues en production avec des pays clients soucieux d'obtenir des compensations et seraient à ajouter, par exemple pour le MIRAGE F1. Il faudrait aussi ajouter les cas tels que celui de l'ATLANTIQUE 2, programme national, où par continuité industrielle avec le programme OTAN Atlantic, des fabrications cellules et moteurs continuent d'être confiées hors de France bien qu'il s'agisse d'un programme financé à 100 % par la France.

II - La dimension de l'industrie aéronautique et spatiale apparaît dans les statistiques ci-après de l'année 1988 (Pl. 3, 4, 5). Le chiffre d'affaires de 83 milliards de F est un chiffre consolidé dont vous voyez la répartition par clients finaux. La répartition par nature ne donne pas une image fidèle de la réalité industrielle. En effet, la valeur des équipements produits par la branche des équipements et achetés par les aviateurs pour l'équipement des aéronefs est comptée par convention dans la partie aéronefs et non dans la partie équipements.

I shall not talk about them today, or, at all events, only indirectly, by showing you two lists of programmes, for aircraft and missiles, which have marked the expansion of aeronautics in France, either as national or cooperative programmes, over the last 35 years.

These programmes are proof of French ability in the field. All the aircraft and missiles listed are in service in France at the present time. Within the limits of authorized exportation, many of them have been successfully marketed and are in service in other countries. Some are still in production, as you have no doubt remarked. Several are the result of cooperative programmes in which France has been involved.

On the vu-graphs I have limited myself to cooperative programmes starting at the programme development stage. Certain cooperative programmes were carried out at the production stage with clients requiring compensatory agreements and in this context we should include the MIRAGE F1 for example. Other examples should be included, such as the ATLANTIQUE 2, which is a national programme, where for reasons of manufacturing continuity with the NATO Atlantic programme, engines and airframes continue to be manufactured outside France, in spite of the fact that the programme is 100 % financed by France.

II - The size of the aerospace industry is shown by the statistics for the year 1988 given below. The turnover of 83 billion francs is a consolidated figure and you can see the breakdown in terms of final client destination. The breakdown according to the nature of the product does not give a true reflection of the industrial reality. The reason being that the value of the equipment purchased by the aircraft manufacturers for the fitting out of their airframes is traditionally counted in the "aircraft" share and not in the "equipment" share.

La planche suivante qui donne une répartition de 120 000 personnes par secteur rend mieux compte de la réalité industrielle. Cet effectif est le total des sociétés travaillant exclusivement pour l'aéronautique et l'espace ; dans le cas de sociétés à vocations multiples, ces effectifs sont limités aux parties de ces sociétés répondant à cette définition.

Cette remarque s'applique également à la planche suivante qui donne les noms et les effectifs des principales sociétés.

III - Après ces quelques indications, je parlerai de la recherche et du développement pour la Défense dans la 2e partie de mon exposé.

Monsieur l'Ingénieur Général BENICHO, en sa qualité de Délégué aux programmes d'Armement, vous avait il y a un an exposé les orientations françaises fondamentales. Je n'y reviendrai pas.

Je voudrais souligner que le souci permanent du Ministère de la Défense est d'utiliser les ressources budgétaires de la manière la plus efficace afin de remplir sa mission de Défense non seulement aujourd'hui mais aussi à long terme ce qui n'est pas facile.

Ce souci n'a rien de très original mais se traduit par un effort important de réflexion et de planification pour susciter ou encourager les compétences sur les technologies prometteuses, faire des choix en temps nécessaire à partir des éléments d'appréciation les meilleurs possibles, mais aussi éviter les duplications inutiles.

En particulier dans les technologies duales, c'est-à-dire utilisées indifféremment en aéronautique civile et en aéronautique militaire ou utilisées à la fois dans le domaine aéronautique et spatial et dans d'autres domaines industriels, le Ministère de la Défense a le souci de détecter tout ce qui peut déjà exister, n'a pas à être recréé et peut être amélioré à moindre coût pour répondre de manière suffisante aux exigences de performances et d'environnement des missions militaires.

The next vu-graph, which provides a breakdown of the 120 000 people employed in the various sectors of the aerospace industry gives a better picture. This figure of 120 000 is the total manpower of companies working exclusively for aeronautics and space ; in the case of multi-activity companies the manpower figures represent only the aeronautical sectors of these companies.

This remark also applies to the next vu-graph which gives the names and the manpower figures for the leading companies.

III - Following these introductory remarks, I shall devote the second half of my talk to research and development for defence.

Engineer General BENICHO, the French Armament Programmes Delegate, spoke to you a year ago concerning the basic French position in this respect and I shall not return to this aspect of the subject.

I would stress that the Ministry of Defence is concerned to use its budget resources in the most effective manner so as to enable it to carry out its mission of defence not only today but in the long term, all of which is not easy.

This concern is nothing original in itself, but it has generated a considerable amount of thought and planning with a view to initiating or encouraging the acquisition of skills in promising technologies, enabling timely decisions to be taken on the basis of the best available information and avoiding unnecessary duplication.

In particular, with respect to dual technologies, by which I mean technologies which can be used in either civil or military aeronautics, or in both the aeronautics and space fields and in other industrial sectors, the French M.O.D. is anxious to identify what exists, does not require total re-working, but can be improved at least cost, so as to adequately respond to the performance and environment requirements of military missions.

J'illustrerai ce propos au plan national (Pl. 6).

Cette planche liste les principaux ministères qui conduisent des actions de recherche et de développement. Le Ministère de la Défense se concerte avec eux sous forme d'échange d'informations et éventuellement de programmes à financement partagé.

C'est par exemple le cas avec le ministère de la recherche dans le domaine des matériaux, des composants électroniques, de la productique, etc.

Autre exemple, c'est au sein du Commissariat à l'énergie atomique qu'a pris naissance une technologie de détecteurs infrarouge que le Ministère de la Défense et son homologue allemand ont sélectionné pour le viseur qui équipera l'hélicoptère armé franco-allemand.

Autre exemple, l'espace militaire constitue actuellement 3 % des dépenses d'équipement du Ministère de la Défense. Celui-ci ne peut ignorer que le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) établissement public à vocation civile dispose de compétences étendues et d'une grande expérience des applications civiles du domaine spatial.

Exemple en sens inverse : la Délégation Générale à l'aviation civile qui est chargée d'accorder les certificats de navigabilité a besoin d'avis d'experts techniques pour vérifier la conformité des matériels aux règlements de navigabilité ; le Ministère de la Défense lui apporte des concours d'experts.

Concernant enfin les relations avec l'université, j'y reviendrai plus loin.

Voyons maintenant un peu plus en détail le Ministère de la Défense lui-même (Pl. 7).

Cette planche schématise l'organisation. Outre les 4 chefs d'état-major, le Ministre de la Défense assisté d'un Secrétaire d'Etat a comme subordonné direct le Délégué Général pour l'Armement.

I shall illustrate this statement from a national point of view.

This vu-graph shows the principal French Ministries involved in the promotion of R & D. The Ministry of Defence collaborates with them by exchanging information, and, in certain cases, shares the funding of programmes.

This is the case, for example, with research into materials, electronic components, computer integrated manufacturing, etc.

Another example is the emergence of an infra-red detector technology as part of the work of the Atomic Energy Commission, which has been chosen by the French and German M.O.D.'s for the aiming device on the future Franco-German armed helicopter.

Or again, space military, which at present constitutes 3 % of French MOD equipment expenditure. The Ministry is necessarily aware of the fact that the National Space Studies Centre (CNES) a public, civilian institution, has extensive knowledge and experience of civil applications in the space field.

An opposite example : The General Civil Aviation Delegation which grants the airworthiness certificates needs the advice of technical experts to verify the conformity of equipment to airworthiness regulations ; these experts are provided by the French M.O.D.

As regards relations with the Universities, I shall return to this subject later.

Let us now look at the French MOD itself in a little more detail.

This vu-graph provides a breakdown of the organisation. The Minister, assisted by a Secretary of State, is answered directly by four Chiefs of Staff and a General Delegate for Armament.

Celui-ci a autorité sur un ensemble de Directions opérationnelles ou fonctionnelles qu'on appelle la Délégation Générale pour l'Armement (en abrégé D.G.A.) qui a la charge de concevoir et de réaliser les programmes d'armement au cours de leur vie complète depuis la recherche jusqu'aux réparations à caractère industriel pendant l'utilisation des matériels.

La préparation de l'avenir fait l'objet d'un processus attentif et méthodologique d'orientation et de programmation des recherches faisant intervenir les responsables au plus haut niveau de la DGA et des Etat-Majors.

Le Ministre préside un conseil de recherche et d'études de Défense chargé d'arrêter la politique générale et de choisir les orientations des études d'amont, compte tenu des données stratégiques, des possibilités techniques et des contraintes budgétaires.

Ce conseil comprend le Délégué général pour l'Armement et les 4 chefs d'Etat-Major, ainsi que le Délégué aux études générales qui anime auprès du Ministre une cellule de réflexion et d'études de synthèse à caractère économique, politico-stratégique et opérationnel.

Le souci d'ouverture à l'ensemble du potentiel français de recherche a amené à créer en 1986 un conseil scientifique de Défense, à rôle consultatif, composé de seize personnalités du monde de la recherche. Il est présidé depuis cette date par M. le Professeur Curien, qui ultérieurement a été nommé Ministre de la Recherche.

Les organismes les plus agissants dans le domaine de l'aéronautique et de l'espace figurent en gris foncé sur la planche. A noter particulièrement la Direction pour les recherches et les études techniques (DRET) au niveau des études en amont, et les 3 Directions (DCAé, DEN, DEI) qui ont les spécialités respectives aéronaves, missiles (et satellites militaires), électronique-informatique et sont chargées du processus aval de recherches appliquées, développement exploratoire, développement et production (Pl. 8). A noter aussi la DCSSA, c'est-à-dire les médecins militaires.

The latter controls a series of operational or functional divisions, known collectively as the General Delegation for Armament (D.G.A.) which is responsible for drawing up and implementing complete lifetime Armament programmes, from the research stage through to in-service repair and overhaul.

Research work is carefully and methodically planned by high-level staff from the DGA and the General Staffs, so as to prepare the future.

The Minister chairs a Defense Research and Design Council which decides overall policy and indicates the directions to be taken by future studies, in the light of strategic data, technical possibilities and budget constraints.

The members of this Council comprise the General Delegate for Armament, the four Chiefs of Staff and the Delegate for General Studies, who is responsible at the Ministry for the management of an economic/operational/politico-economic think-tank.

The desire to include the whole of the French research potential resulted, in 1986, in the creation of a Scientific Defence Council with a consultative rôle, composed of sixteen leading figures from the world of research. It has been chaired since its inception by Professor CURIEN, who is presently Minister for Research.

The most active bodies in the fields of aeronautics and space are shown in dark grey on the vu-graph. Special note should be made of the Technical Research and Design Department (DRET), and the three Divisions which specialise respectively in aircraft, missiles (and military satellites) and electronics/ADP (DCAé, DEN, DEI) and are responsible for the downstream activities of applied research, exploratory development, development and production. The DCSSA (military doctors) should also be noted.

Le budget de la Défense s'est établi en 1989 à 182 Milliards de Francs, dont un peu plus de la moitié a été consacré à des dépenses d'équipement. Environ 30 % de ces dépenses d'équipement étaient destinées à la recherche et au développement, dont la moitié environ pour l'aéronautique et l'espace soit 14 milliards de F. Environ 3/4 de ces 14 milliards concernaient les développements militaires en cours et 1/4 environ de ces 14 milliards allait vers la recherche (Pl. 9).

Cette planche récapitule les programmes en cours de développement dans le domaine militaire et civil. Le financement ci-dessus n'est attribué qu'aux programmes militaires. A noter particulièrement, Rafale qui sera l'avion de combat de l'Armée de l'Air et de l'Aéronavale et dont le prototype doit voler en février 1991, l'hélicoptère armé TIGRE en coopération avec la RFA, le programme de missiles FSAF avec l'Italie, le satellite d'observation Hélios avec l'Italie et l'Espagne (Pl. 10).

Cette planche donne la liste de programmes civils et militaires ayant déjà fait l'objet d'études de faisabilité plus ou moins approfondies, mais dont le développement n'a pas encore été décidé. A noter particulièrement l'hélicoptère NH90 et différents missiles (Pl. 11).

Cette planche donne des informations sur la destination du budget recherche qui est de 3,7 Milliards pour l'année.

La part de la recherche de base tournée vers l'aéronautique et l'espace et qui entre dans ce montant résulte d'une estimation approximative, du fait de la polyvalence fréquente de la recherche de base.

Ce financement se ventile en 10 % dans les établissements de recherches et d'essais appartenant au Ministère de la Défense, 20 % dans des établissements publics tels que l'ONERA, l'Institut Franco-allemand Saint Louis ainsi que dans des Instituts divers et des universités, 70 % enfin dans l'industrie (Pl. 12).

The Defence budget for 1989 was 182 billion francs, of which a little over half was earmarked for equipment. About 30 % of this equipment expenditure went to R & D, half for aeronautics and half for space, i.e. 14 billion francs in all. About 3/4 of this 14 billion francs concerned on-going military developments and 1/4 research.

This vu-graph summarises the on-going development programmes in the civil and military fields. The funding above is allocated to military programmes only. Stand-out items are the RAFALE, previewed as the French Air Force and Fleet Air Arm fighter aircraft, with prototype flight in February 1991, the armed helicopter TIGRE produced in cooperation with the FRG, the FSAF missile programme with Italy and observation satellite HELIOS with Italy and Spain.

This vu-graph gives the list of civil and military programmes for which fairly extensive feasibility studies have been carried out, but where no decision has yet been made concerning development. The helicopter NH90 and various missiles are worthy of mention.

This vu-graph gives a breakdown of the research budget, which is 3.7 billion francs per annum.

The share of aerospace research in this budget is an estimate figure, as basic research is often very broad in its applications.

The breakdown is 10 % for MOD research and test establishments, 20 % for public bodies such as ONERA, the Franco-German Institute of Saint Louis and the various Institutes and Universities, and finally, 70 % for Industry.

Cette planche donne les principaux établissements appartenant au Ministère de la Défense, à caractère entièrement ou partiellement aéronautique et les autorités dont ils dépendent. Les sigles sont peut-être familiers à certains d'entre vous, car plusieurs membres français de panels ou de groupes de travail de l'AGARD appartiennent à ces établissements. Figure notamment le CEAT qu'un groupe ira visiter.

A noter que pour la commodité de la présentation, l'ONERA et l'ISL ont été mis sur cette planche du fait des liens étroits qu'ils ont avec la DRET, mais je vous rappelle qu'ils sont des établissements publics (Pl. 13).

Cette planche situe l'implantation géographique de ces établissements, notamment l'ONERA et ses 3 implantations dont à Toulouse le CERT et le FAUGA.

Contrairement aux autres établissements de cette planche, le CNES, que certains vont visiter et dont l'implantation toulousaine figure ici pour mémoire, n'est pas relié au Ministère de la Défense. Il est relié aux Ministères civils.

La Défense, et en particulier l'Aéronautique, entretient des relations avec la communauté scientifique nationale. Ces relations peuvent revêtir l'aspect d'échanges de vues scientifiques et techniques lors de manifestations telles que les entretiens "Sciences et Défense" qui, autour de thèmes choisis annuellement, rassemblent 1000 français venus d'horizons divers tels que les Armées, l'industrie, les instituts, l'université. Ces relations revêtent aussi un aspect contractuel sous forme de contrats passés par la DRET à des laboratoires de recherche. 200 laboratoires travaillent ainsi partiellement pour la Défense dont plus d'un tiers pour l'aéronautique et le spatial. Ils appartiennent à des universités ou à des écoles d'ingénieurs ou à des instituts ou au Centre National de la Recherche Scientifiques (CNRS).

This vu-graph gives the main MOD establishments which are partially or totally aeronautical in nature and the Authorities to whom they answer. The acronyms will possibly be familiar to some of you, as several French AGARD Panel or Working Group members belong to these organisations. The CEAT is one of the organisations to be visited today.

Please note that for reasons of presentation, ONERA and ISL have been included on the basis of the close links they have with DRET, but it should be remembered that they are public bodies.

This vu-graph shows the geographical locations of these establishments, in particular ONERA with its three locations, two of which are in TOULOUSE (CERT & FAUGA).

Unlike the other establishments on this vu-graph, the CNES, which some of you will be visiting, is not connected to the Ministry of Defence. It reports to the civil Ministries.

Defence, and Aeronautics in particular, maintains relations with the national scientific community. These relations may take the form of scientific and technical exchanges of view, at events such as the Science and Defence Meeting which brings together a thousand people from all over France each year, from the armed forces, industry, the institutes, and the universities to discuss selected topics. These relations also have a contractual aspect in the form of contracts placed by DRET with research laboratories. Some 200 laboratories are working partially for Defence in this way, of which more than a third in aerospace fields. The labs in question are located in universities, engineer schools, institutes or at the National Scientific Research Centre (CNRS).

Si les grandes sociétés françaises d'avions et de moteurs apprécient aujourd'hui l'apport de ce tissu universitaire, elles le doivent aux actions développées en ce sens par le Ministère de la Défense depuis très longtemps. Dès 1928, M. Albert CAQUOT alors Directeur général technique au Ministère de l'Air provoqua la fondation des premiers instituts de mécanique des fluides à Lille, Marseille, Poitiers, St Cyr, etc. avec le concours enthousiaste de M. VILLOT alors professeur à la Sorbonne. La Délégation Générale pour l'armement relança dès 1961 ce type d'initiatives (Pl. 14).

Cette planche situe la richesse de ce tissu pour ce qui concerne l'aéronautique. Ce tissu n'est pas uniquement concentré dans les zones à forte densité industrielle aéronautique telles que Paris, Toulouse, Marseille ou Bordeaux ; des laboratoires éloignés de ces technopoles sont réputés dans des spécialités à caractère polyvalent et ayant des applications en Aéronautique.

En conclusion de cet exposé d'introduction, je dirai que les objets des recherches de Défense menées en France en aéronautique et espace entrent dans les thèmes généraux des 9 panels de l'AGARD.

La France est évidemment consciente de la nécessité de la coopération internationale afin de partager le fardeau des dépenses. Dans son exposé de mars 1989, M. BENICHOU vous avait fait part de sa volonté dans ce sens et de la décision française de réserver une part des crédits de recherche à consacrer à des opérations en coopération à définir (Pl. 15).

Cette dernière planche rappelle comment la France est insérée dans cette coopération aéronautique et spatiale militaire au plan multilatéral ou bilatéral. Au plan multilatéral, la France est présente dans le NATO ainsi que dans des organismes européens tels que GARTEUR, ETW et plus récemment EUCLID. Au plan bilatéral, elle a conclu des accords généraux au sein desquels, outre des échanges d'informations sur des sujets précis, des coopérations faisant l'objet de cofinancement interviennent au titre d'arrangements techniques particuliers.

The major French aircraft companies and engine manufacturers, who are happy to benefit from this academic support today are indebted to the Ministry of Defense for the groundwork put in to develop this position. As early as 1928, M. Albert CAQUOT, then Technical Director General at the Air Ministry, initiated the founding of the first Fluid Mechanics Institutes in Lille, Marseilles, Poitiers, St Cyr, etc. with the enthusiastic assistance of M. VILLOT, then Professor at the Sorbonne. The General Delegation for Armament took up these initiatives in 1961.

This vu-graph shows the depth of this academic support in so far as concerns aeronautics. It is not solely concentrated in areas of high aeronautics industry concentration such as PARIS, TOULOUSE, MARSEILLES or BORDEAUX ; laboratories which do not deal with these technologies often work on multi-purpose projects which have applications in the aircraft industry.

In conclusion to this introductory talk, I would point out that the subjects of Defense research work in aerospace in France fit into the general categories of activity of the 9 AGARD Technical Panels.

France is obviously aware of the necessity of international cooperation in order to share the burden of expenditure. In his talk in March 1989, M. BENICHOU expressed his desire to move in this direction and mentioned the French decision to earmark part of its research credits for future cooperative projects yet to be defined.

This last vu-graph shows how France already forms part of this military aerospace cooperative effort both bilaterally and multi-laterally. Multilaterally, France is present in NATO as well as in European organisations such as GARTEUR, ETW and more recently, EUCLID. Bi-laterally, France has signed general agreements which provide, in addition to exchanges of information on specific subjects, for cooperative, co-financed projects within the framework of certain special technical programmes.

Pour mémoire, figurent également les coopérations pilotées par les Ministères civils.

Ceci termine mon exposé d'introduction. Je vous remercie.

Lastly we would mention those cooperative projects which are managed by the civil Ministries.

That closes my introductory talk. Thank you.

TABLE 1 - PROGRAMMES - STATUS : OPERATIONAL

PROGRAMMES		TOTAL DELIVERIES	DATES OF DELIVERIES	COOPERATION
AEROPLANES	FOUGA MAGISTER	606	1956 - 70	
	MS 760 PARIS	153	1958 - 64	
	CARAVELLE	259	1959 - 73	
	ALIZE	87	1959 - 62	
	MIRAGE III, 5, 50	1394	1960 - 84	
	ETENDARD IV et IV P	90	1961 - 65	
	NORD 262	110	1964 - 77	
	MIRAGE IV	62	1964 - 68	
	ATLANTIC	87	1965 - 74	GE - NL - IT
	FALCON	991	1965 - ...	
	TRANSALL	204	1967 - 86	GE
	JAGUARD	503	1972 - 84	UK
	MIRAGE F1	711	1973 - 89	
	MERCURE	11	1974 - 75	
	CORVETTE	40	1974 - 78	
	AIRBUS	562	1974 - ...	GE - UK - SP - BE - NL
	CONCORDE	14	1976 - 81	UK
	ALPHAJET	503	1977 - 87	GE
	SUPER ETENDARD	85	1978 - 85	
	MIRAGE 2000	281	1983 - ...	
	EPSILON	172	1983 - 89	
	ATR	162	1986 - ...	IT
	ATLANTIQUE 2	1	1989 - ...	
HELICOPTERS	ALOUETTE II	1285	1956 - 72	
	ALOUETTE III	1455	1961 - 85	
	SUPER FRELON	99	1964 - 81	
	PUMA	696	1969 - 88	UK
	GAZELLE	1242	1971 - ...	UK
	DAUPHIN	441	1975 - ...	
	LYNX	336	1976 - 88	UK
	ECUREUIL	1660	1977 - ...	
	SUPER PUMA	273	1980 - ...	

MARCH 1990

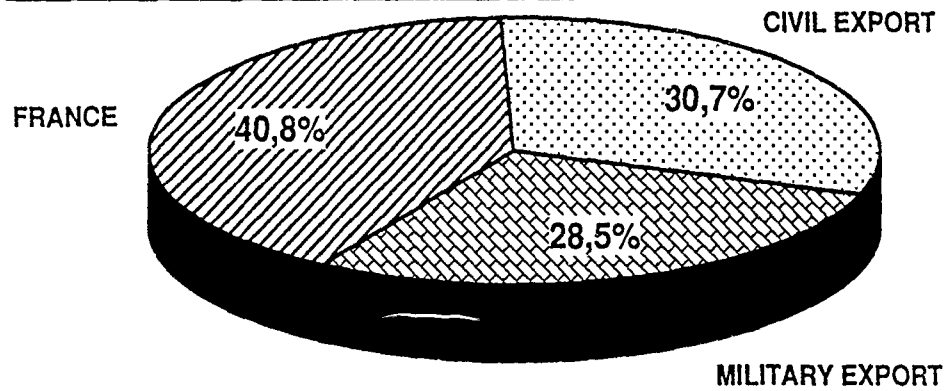
TABLE 2 - PROGRAMMES - STATUS : OPERATIONAL

PROGRAMME	DATE OF FIRST DELIVERY	COOPERATION	TYPE
MISSILES			
S 3	1980		BALLISTIC
M 20	1977		"
M 4	1985		"
PLUTON	1974		SURFACE TO SURFACE
MASURCA	1967		SURFACE TO AIR
CROTALE	1971		"
ROLAND	1976	GE	"
SHAHINE	1980		"
MISTRAL	1990		"
MILAN	1969	GE	ANTI TANK
HOT	1977	GE	"
EXOCET	1972		ANTI SHIP
OTOMAT	1976	IT	"
R 530	1963		AIR TO AIR
MAGIC 1	1976		"
SUPER 530 F	1979		"
MAGIC 2	1988		"
ASMP	1985		AIR TO SURFACE
AS 30 L	1985		"
AS 15 TT	1985		"
MARTEL	1973	UK	ANTI RADAR
CL 89	1982	CANADA	RPV

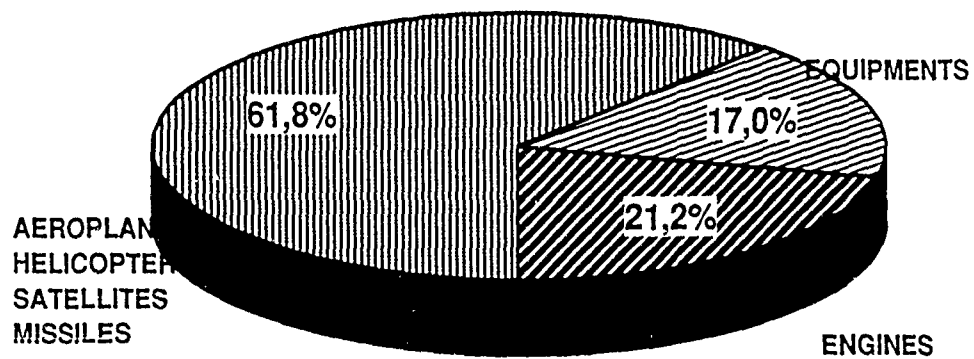
MARCH 1990

TABLE 3 - AERONAUTICS AND SPACE INDUSTRY :
TURNOVER = 83 GF

ACCORDING TO THE DESTINATION



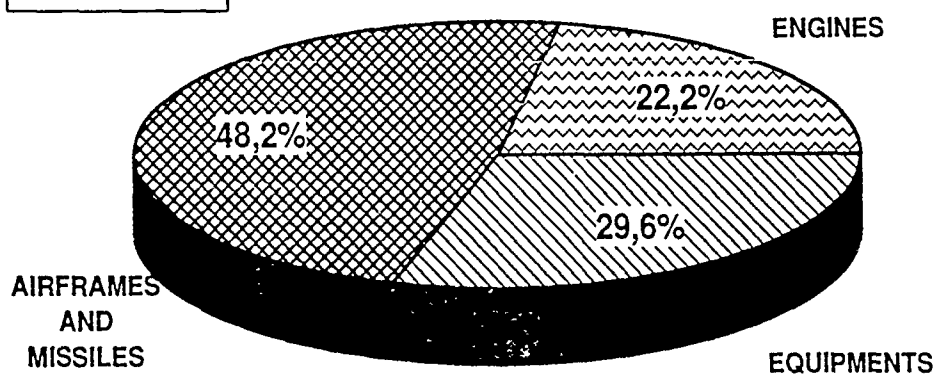
ACCORDING TO THE NATURE



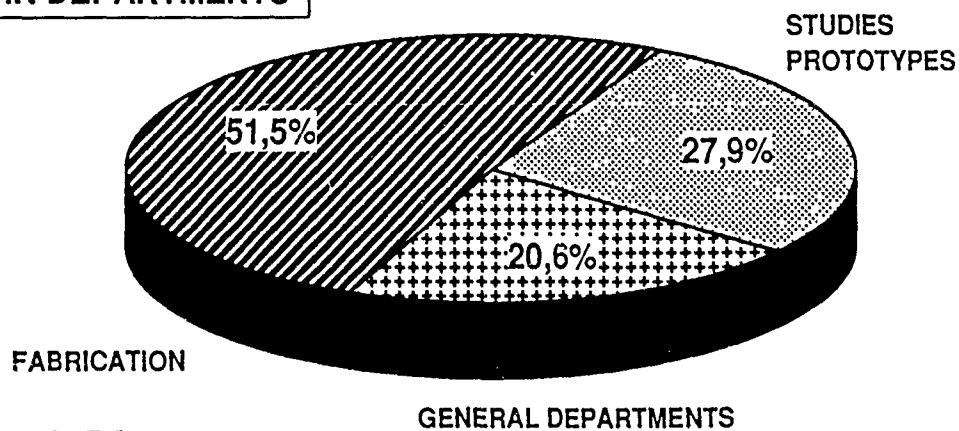
MARCH 1990

TABLE 4 - AERONAUTICS AND SPACE INDUSTRY
TOTAL MANPOWER : 120 000

IN SECTORS



IN DEPARTMENTS



MARCH 1990

TABLE 5 - MAIN COMPANIES

AIRFRAMES - MISSILES

AEROSPATIALE	35 900 P.
AMD - B A.....	13 700 P.
MATRA	5 300 P.

EQUIPMENTS

THOMSON - CSF	5 400 P.
SEXTANT - AVIONIQUE	4 500 P.
ESD	2 900 P.
MESSIER HISPANO BUGATTI	2 750 P.
SAGEM	1 900 P.
SAT	1 600 P.
LABINAL	1 400 P.
SFIM.....	1 300 P.
ALCATEL ESPACE.....	1 300 P.

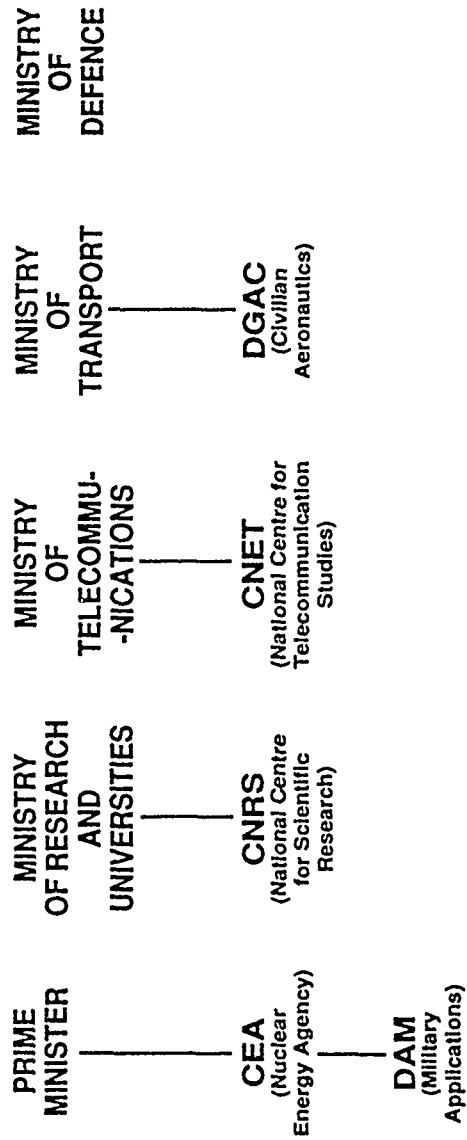
ENGINES

SNECMA.....	17 400 P.
SEP	4 100 P.
TURBOMECA.....	3 900 P.

(PERSONNEL WORKING IN AERONAUTICAL FIELD ONLY AND INCLUDING SUBSIDIARIES

MARCH 1990

TABLE 6 - MINISTRIES DEALING WITH RESEARCH



MARCH 1990

W 3 0

TABLE 7 - RESEARCH FOR DEFENCE CHART

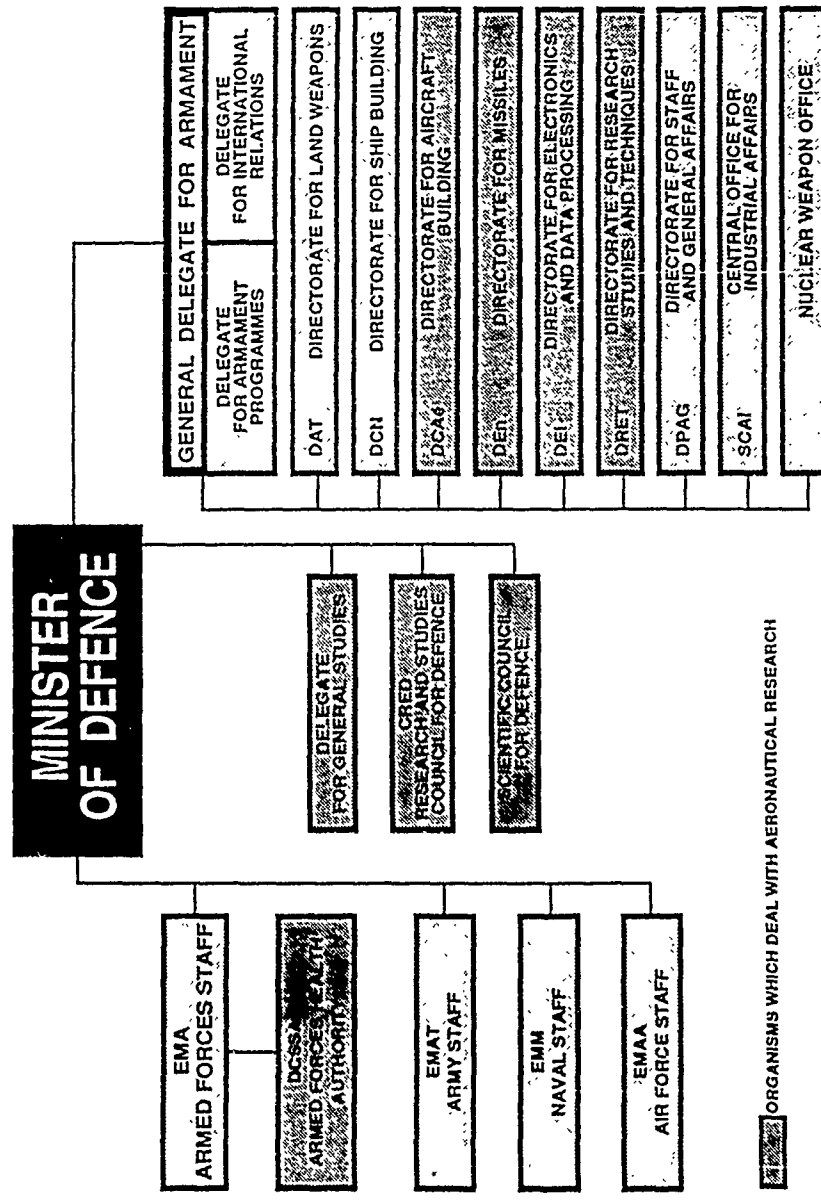
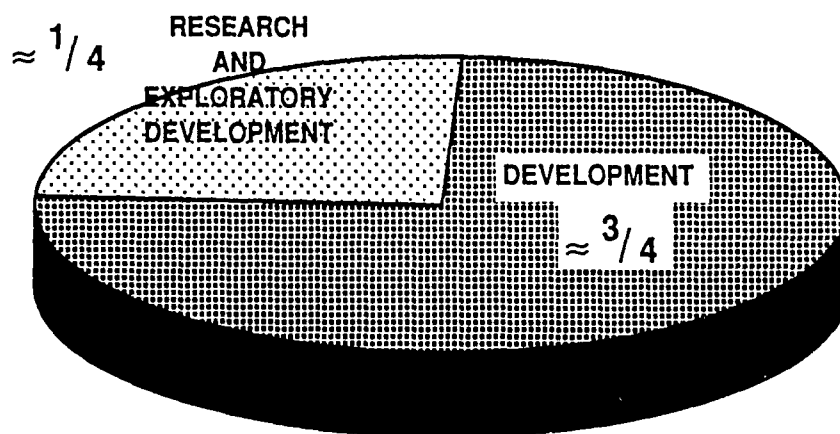


TABLE 8 - DEFENCE AERONAUTICS AND SPACE
RESEARCH AND DEVELOPMENT BUDGET

DEFENCE R. AND D. BUDGET \approx 30 %
TOTAL DEFENCE EQUIPMENT BUDGET

DEFENCE AERONAUTIC AND SPACE R. AND D. BUDGET \approx 50 %
TOTAL DEFENCE R. AND D. BUDGET

DEFENCE AERONAUTIC AND SPACE R. AND D. BUDGET \approx 14 GF



MARCH 1990

TABLE 9 - PROGRAMMES
STATUS: DEVELOPMENT

PROGRAMME	DECISION OF DEVELOPMENT	COOPERATION	TYPE
AEROPLANES			
RAFALE	1988		
AIRBUS A 321	1989	GE - UK - SP - BE - IT	
A 330 / 340	1989	GE - UK - SP - BE	
HELICOPTERS			
TIGRE	1988	GE	
ORCHIDEE	1986		
MISSILES			
S4	1988		BALLISTIC
HADES	1982		SURF. TO SURF.
FSAF	1989	IT	SURF. TO AIR
AC 3G - TRIGAT	1988	GE - UK	ANTI TANK
ERYX	1985		"
APACHE	1989		AIR TO SURF.
MILAS	1988		
CL 289	1977	GE - CANADA	R PV
SUPER 530 D	1977		AIR TO AIR
MICA	1987		"
SPACE			
HELIOS	1986	IT - SP	SATELLITE
SYRACUSE 2	1988		"
ESA PROGRAMMES (ARIANE 5, SATELLITES, ...)		ESA	

MARCH 1990

TABLE 10 - PROGRAMME
STATUS: FEASIBILITY

PROGRAMME	COOPERATION	TYPE	OBSERVATION
AEROPLANES			
SUPERSONIC TRANSPORT	TO BE DETERMINED		
MILITARY TRANSPORT	TO BE DETERMINED		
JET TRAINER FOR NAVY			
HELICOPTERS			
NH 90	GE-IT-NL		PREDEFINITION PHASE
MISSILES			
M 5		BALLISTIC	
ANS	TO BE DETERMINED	ANTI SHIP	SUCCESSFUL SCALE MODEL FIRING
ARF	TO BE DETERMINED	ANTI RADAR	
FAMS	IT, UK, SP	SURF-TO AIR	
BREVEL	GE	RPV	
POLYPHEME	GE		OPTICAL FIBRE
SPACE			
HERMES, COLOMBUS	ESA		

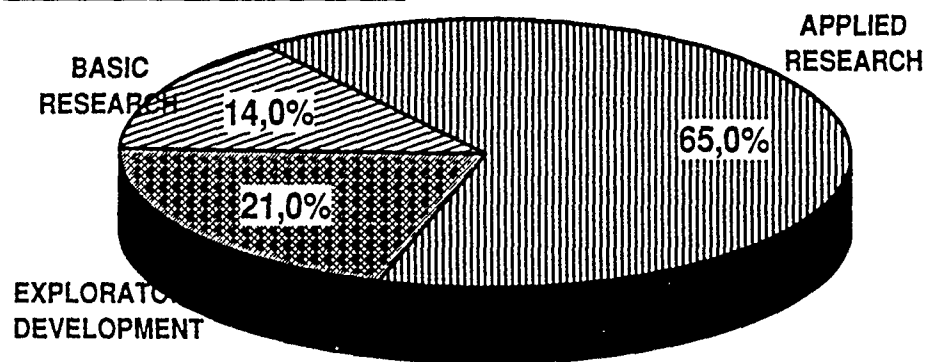
MARCH 1990

TABLE 11 - DEFENCE AERONAUTICS AND SPACE RESEARCH

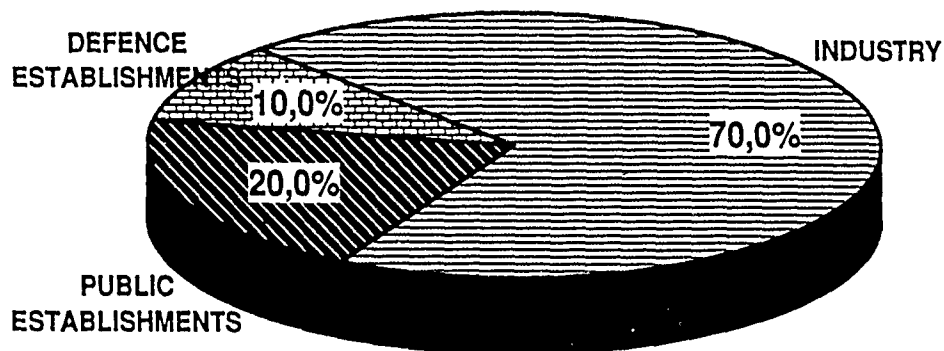
DEFENCE AERONAUTICAL RESEARCH BUDGET
(AIRCRAFT, SATELLITE, and MISSILES)

= 3,7 GF

NATURE OF RESEARCH

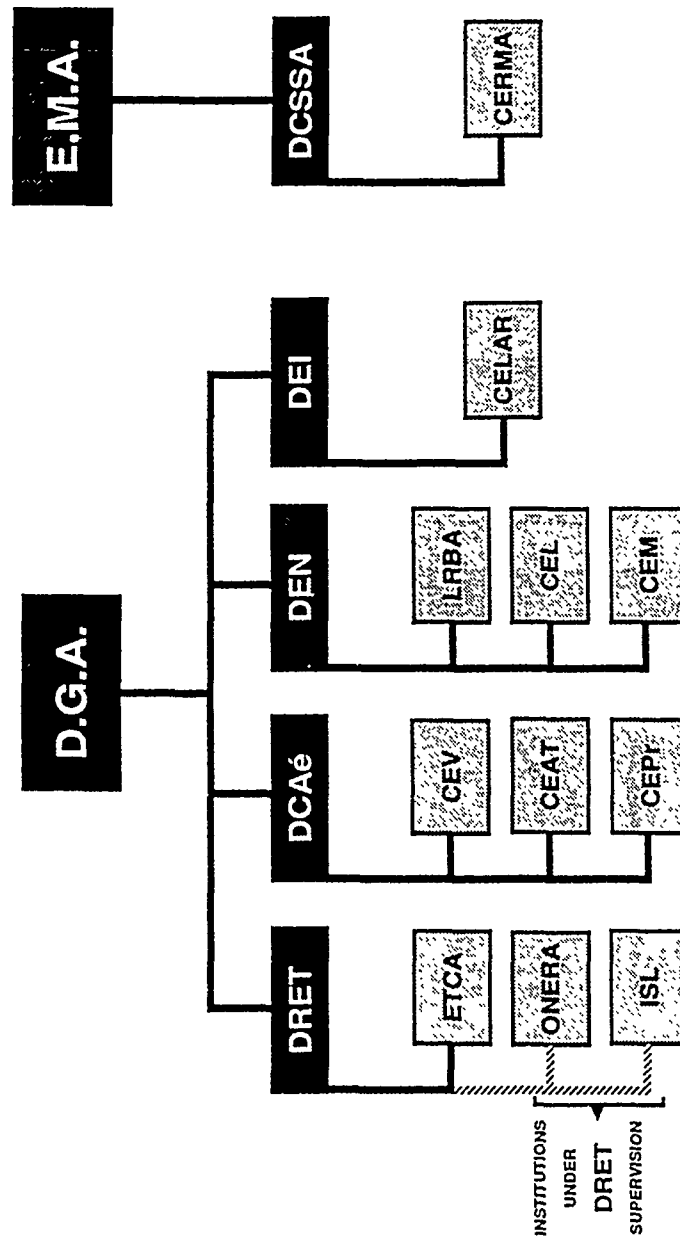


PROFESSIONAL SECTOR



MARCH 1990

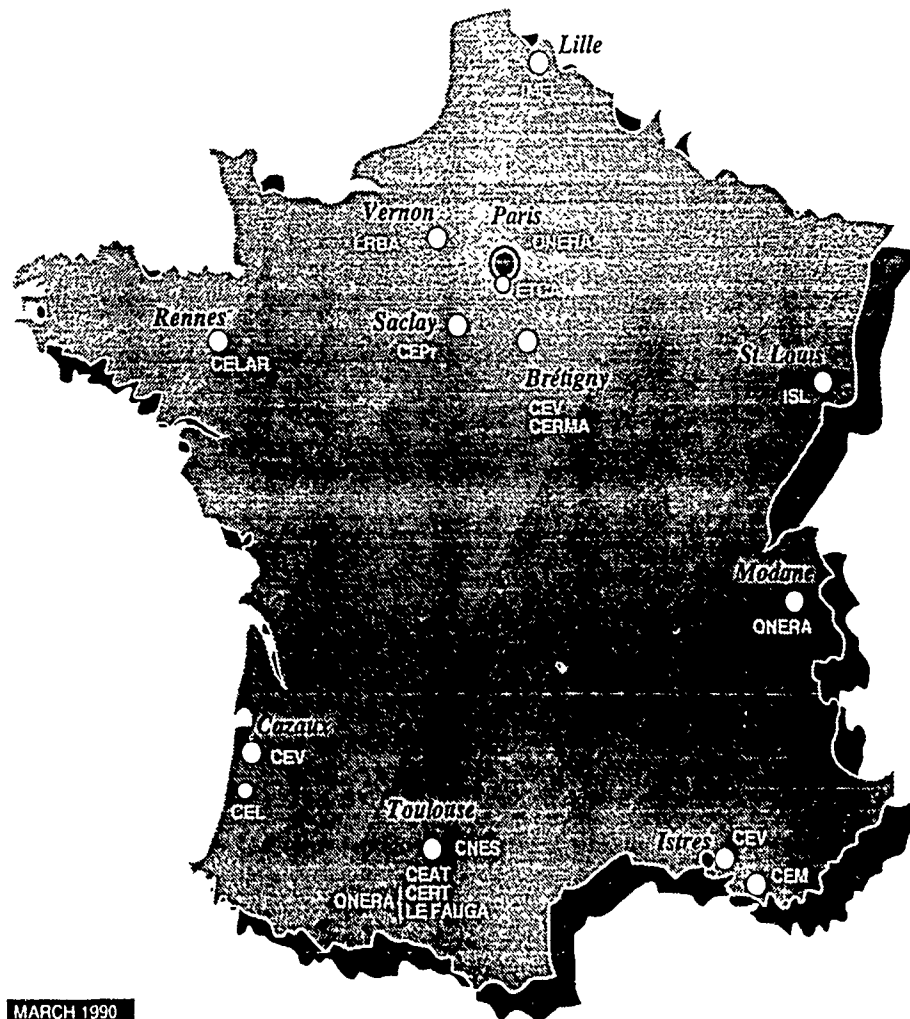
TABLE 12 - MAIN DEFENCE AERONAUTICAL RESEARCH
AND TEST CENTRES



M 1 0

MARCH 1980

TABLE 13 - AERONAUTICS RESEARCH AND TEST CENTRES



**TABLE 14 - CIVIL STATE RESEARCH
LABORATORIES WORKING IN AERONAUTICS
(CNRS - UNIVERSITIES - ENGINEERS SCHOOLS)**

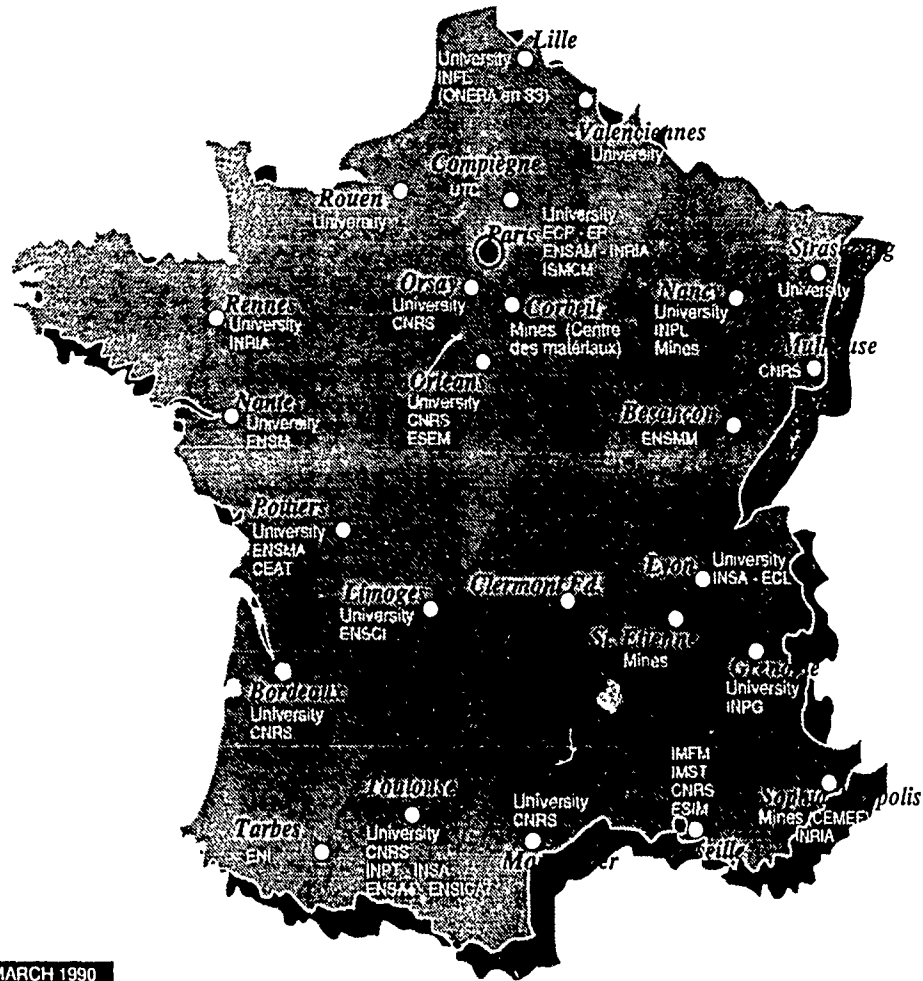


TABLE 15 - AERONAUTICS AND SPACE RESEARCH COOPERATION

DEFENCE COOPERATIONS

MULTILATERAL COOPERATIONS

NATO / AGARD

NATO / DRG (AC 243)(DEFENCE RESEARCH GROUP)

CNAD / SNR AIR(USA, UK, GE, FR) LONG TERM
TECHNOLOGY PROJECTS, ADVANCED MODULAR
AVIONICS ARCHITECTURE

GARTEUR.....(UK, GE, NL, FR) GROUP FOR AERONAUTICAL
RESEARCH AND TECHNOLOGY IN EUROPE

ETW(UK, GE, NL, FR) EUROPEAN TRANSSONIC
WINDTUNNEL

IEPG / EUCLID(AIRBORNE RADARS, MODULAR AVIONICS
MATERIALS, ...)

BILATERAL COOPERATIONS

USA

UK

GE

CANADA

UNDER EXCHANGE AGREEMENTS
AND MOUS

CIVIL COOPERATIONS

EUREKA.....INDUSTRIAL COOPERATION ON
AERONAUTICAL APPLICATIONS

EEC.....R and D PROGRAMMES: BRITE, EURAM

MARCH 1990

**LE CENTRE D'ETUDE ET DE RECHERCHES DE TOULOUSE ET
LE CENTRE DU FAUGA-MAUZAC DE L'OFFICE NATIONAL
D'ETUDES ET DE RECHERCHES AEROSPATIALES (ONERA)
(M. CARRARA)**

**THE TOULOUSE RESEARCH CENTER (C.E.R.T) AND THE FAUGA-
MAUZAC TEST CENTER (C.F.M) OF THE FRENCH NATIONAL
AEROSPACE RESEARCH AGENCY (O.N.E.R.A.)
(BY M. CARRARA)**

PRESENTATION GENERALE

Etablissement public scientifique et technique, à caractère industriel et commercial, doté de l'autonomie financière et placé sous l'autorité du Ministre de la Défense (Délégué Général pour l'Armement), l'ONERA fut créé en 1946, avec la mission de "développer, orienter et, en liaison avec les services ou organismes chargés de la recherche scientifique et technique, coordonner les recherches poursuivies dans le domaine de l'aéronautique".

Le champ de ses activités a été étendu en 1963 au domaine spatial en liaison avec le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES).

L'ONERA emploie quelque 2100 personnes, dont plus des deux tiers d'ingénieurs et techniciens. Ses établissements sont répartis :

- dans la région d'Ile-de-France : à Châtillon (siège et principaux laboratoires) ; à Chalais-Meudon (souffleries de recherche) ; à Palaiseau (moyens de recherche en énergétique),
- à Modane-Avrieux (grandes souffleries industrielles),
- dans la région toulousaine : le Centre d'Etudes et de Recherches de Toulouse (CERT) et le Centre d'essais du Fauga-Mauzac (CFM),

GENERAL PRESENTATION

ONERA was founded in 1946 as a public institute for scientific and engineering research. It has always been a financially autonomous organization of an industrial and commercial character, but operates under the authority of the Defence Minister, or more exactly the "General Delegate for Armament", who is the opposite number of the British Procurement Executive or to the U.S. Director of Defence Research and Engineering. ONERA's mission at that time was to "develop, orient and, in connection with other agencies charged with scientific and technical research, to coordinate research in the field of aeronautics".

In 1963, its field of activity was extended to space research, in connection with the French space agency (C.N.E.S.).

ONERA employs some 2,100 people, more than two-thirds of whom are engineers and technicians. Its facilities are located :

- in the Ile-de-France region around Paris, with its headquarters and main laboratories at Châtillon, the research wind tunnels at Chalais-Meudon and the energetics research facilities at Palaiseau,
- at Modane-Avrieux (large industrial wind tunnels),
- in the Toulouse region, with the Toulouse research center (CERT) and the Fauga-Mauzac test center (CFM),

- à Lille (moyens de recherches en mécanique du vol et mécanique des structures, notamment).

MISSION DE L'ONERA

La participation de l'ONERA au progrès technique aérospace comprend des recherches fondamentales, des recherches appliquées qui préparent les réalisations à moyen et long terme et une assistance technique directe aux industriels, notamment par la réalisation d'essais au sol grâce à l'important potentiel des moyens d'essais de l'Office.

L'activité de l'ONERA s'exerce dans de nombreux domaines et assure toutes les disciplines et techniques qu'il est nécessaire de maîtriser pour la mise au point des véhicules aériens de l'Office.

L'ONERA travaille en étroite liaison avec les établissements homologues nationaux ou étrangers et pratique fréquemment des études en coopération avec des organismes étrangers.

LE CENTRE DU FAUGA-MAUZAC DE L'ONERA

Le Centre d'Essais du Fauga-Mauzac (CFM) est l'un des cinq établissements de l'Office National d'Etudes et de Recherches Aérospace (ONERA). Ce centre est équipé d'installations récentes. Il bénéficie d'une réserve foncière importante (environ 165 hectares) et il est appelé à recevoir de nouveaux grands moyens d'essais et à prendre une part croissante aux recherches de l'ONERA dans les domaines de l'aérodynamique et de la propulsion notamment.

Le centre du Fauga-Mauzac est situé en bordure immédiate d'une voie rapide (RN 117) qui doit être prochainement adaptée aux normes autoroutières (future A 61) permettant des communications rapides avec Toulouse, métropole régionale située à 35 kilomètres au nord, et avec l'aéroport de Toulouse-Blagnac.

- at Lille (chiefly flight mechanics and structural mechanics facilities).

MISSION

ONERA contributes to the advance of aerospace techniques with fundamental research, with applied research (preparing medium and long-term projects) and with assistance to industry, chiefly in the form of ground testing, using the full potential of its testing facilities.

ONERA's activity extends into many fields, given all the sciences and techniques that must be mastered in the development of air and space vehicles.

ONERA also works in close cooperation with similar French and foreign agencies and frequently undertakes cooperative research with foreign organizations.

THE FAUGA-MAUZAC CENTER

The Fauga-Mauzac CENTER (CFM) is one of ONERA's five national locations. It is equipped with the latest facilities and is built on a spacious site of about 400 acres, where it is planned eventually to establish new large testing systems and carry out a growing share of ONERA's research, chiefly in aerodynamics and propulsion.

The CFM is located right next to a highway (RN 117), which is about to be upgraded to superhighway standards (to become the future A 61) for quick transit to and from the regional hub of Toulouse, about 20 miles to the north, and the Toulouse-Blagnac airport.

Le centre se trouve ainsi implanté dans un environnement rural donnant des conditions de travail agréables à proximité d'un grand pôle d'activités aéronautiques.

HISTORIQUE

Dans le cadre de la volonté gouvernementale de confirmer la vocation aéronautique de Toulouse qui s'est manifestée par le transfert des écoles aéronautiques, des restructurations industrielles et le développement d'un ensemble de laboratoires, il a été décidé dans le début des années 70 d'implanter l'ONERA dans la région MIDI-PYRENEES. Le site du Fauga-Mauzac appartenant alors à l'Etat et non utilisé, a été choisi. Il avait précédemment été affecté à la construction d'une poudrerie qui avait, par la suite, été désinvestie.

En 1973 a été prise la décision de construire la grande soufflerie subsonique à haut nombre de Reynolds F1 ; premier équipement réalisé sur le centre. Les travaux ont commencé en 1974 et la soufflerie a pu être inaugurée le 14 novembre 1977.

En 1979, le Laboratoire d'Etudes de la propulsion a été réalisé permettant de poursuivre au CFM, avec des conditions de travail et de sécurité améliorées, les activités d'étude des propulseurs à poudre précédemment conduites au camp de Satory et à Palaiseau (région parisienne). L'activité de ce Laboratoire a commencé dès 1980 et s'est étendue en 1983 à l'étude des réacteurs à ergols liquides.

En 1981, l'ONERA a décidé de construire pour ses propres besoins la soufflerie subsonique de recherche F2. La première rotation de cette soufflerie a eu lieu le 12 juillet 1983.

En 1985 a été construite "la base optique". Il s'agit d'une installation destinée à accueillir des études expérimentales relatives à l'utilisation de la lumière cohérente infrarouge.

So the center offers the agreeable working conditions of a rural environment, in close proximity to one of the world's great centers of aeronautical activity.

HISTORY

As part of the government's determination to anchor aeronautical activity in Toulouse - witness the transfer of the aeronautical schools, industrial restructuring and the development of a laboratory complex - the decision was made in the early seventies to locate ONERA in the MIDI-PYRENNES region. The land at Fauga-Mauzac was chosen because it already belonged to the government and was unused. The site was previously used to build an explosives plant, but this factory never operated.

In 1973, it was decided to build the large high-Reynolds subsonic wind tunnel, dubbed F1, which became the Centre's first facility. Work began in 1974 and the wind tunnel was inaugurated in November 14, 1977.

In 1979 the Propulsion Research Laboratory was created, to continue the solid propellant booster research originally conducted at the Satory camp and at Palaiseau (Paris area), but now with improved working and security conditions. This laboratory began operating in 1980, and in 1983 extended its activities to the study of liquid-propellant engines.

In 1981, ONERA decided to build the F2 subsonic research tunnel for its own purposes. First rotation was July 12, 1983.

The "optical base" was built in 1985. This is a facility for use in experimental research on coherent infrared light.

Enfin, en 1988, la décision a été prise de construire une soufflerie hypersonique à haute enthalpie F4 pour le développement des études des conditions d'entrée dans l'atmosphère de l'avion spatial HERMES. Cette soufflerie sera mise en service avant la fin de cette année.

La croissance des effectifs et des moyens du centre accompagne ce développement progressif. L'effectif atteint 80 personnes en 1990.

LA SOUFFLERIE F1

La soufflerie F1 est la première et la plus importante installation réalisée au CFM. Il s'agit d'une soufflerie "basses vitesses" de grandes dimensions et pressurisée jusqu'à 4 bar. Elle est adaptée à des maquettes d'avion de transport d'environ 3 mètres d'envergure, ce qui permet d'atteindre, aux vitesses du vol au décollage ou à l'atterrissage, un nombre de Reynolds en essais proche du tiers de celui du vol pour un avion gros porteur type AIRBUS A 300. De plus, grâce à la variation de la pression génératrice, il est possible d'étudier en soufflerie l'effet sur les caractéristiques aérodynamiques de la maquette, de la variation du nombre de Reynolds dans un rapport 4, ce qui autorise des extrapolations fiables des résultats de la soufflerie jusqu'aux conditions du vol. Le domaine d'essai dans un diagramme nombre de Mach (M), nombre de Reynolds (Re) est représenté sur la figure 1.

La conception de la soufflerie a intégré les exigences d'efficacité, de qualité et de confidentialité. Ces besoins ont été traduits par une solution originale perfectionnant les principes mis en oeuvre dans les précédentes souffleries de l'ONERA. Le schéma de la figure 2 illustre cette solution :

- la préparation des essais est réalisée à l'extérieur du circuit de la soufflerie, sur un élément mobile appelé "palette" qui constitue le plancher de la veine d'essai et comprend les supports de maquette, les servitudes et une chaîne de mesure complète incluant un mini-ordinateur,

Finally, in 1988, the decision was made to construct a high-enthalpy hypersonic wind tunnel, the F4, to study the atmospheric reentry conditions for the HERMES space plane. This wind tunnel will be put into service before the end of the year.

The growth in the staff working at the CFM has been gradual, reaching 80 in 1990.

THE F1 WIND TUNNEL

The F1 tunnel was the first and remains the largest facility constructed at CFM. It is a large, "low-velocity" wind tunnel that can be pressurized up to 4 bar. It can receive models of transport aircraft with about 3-meter wingspan, so that the Reynolds numbers for takeoff and landing tests of a jumbo jet like the AIRBUS A 300 are nearly a third of the flight Reynolds numbers. Also, by varying the stagnation pressure, it is possible to see how Reynolds number variations by a factor of four affect the aerodynamic characteristics of the model. The test data can then be reliably extrapolated to flight conditions. The test envelope is shown in the Mach vs. Reynolds number graph in Figure 1.

The requirements of efficiency, quality and confidentiality were integrated into the wind tunnel design. They led to the creation of an original concept, improving on the principles used in previous ONERA wind tunnels. Figure 2 illustrates :

- tests are prepared outside the wind tunnel air circuit, on a moving "cart" which constitutes the test section floor and includes the model supports, power systems and a complete measurement system including a minicomputer,

- l'élément de la soufflerie correspondant à la veine d'essais, appelé "chariot" est également mobile sur un chemin de roulement perpendiculaire à l'axe soufflerie. Le chariot porte les parois verticales et le plafond de la veine d'essais,
- the part of the wind tunnel corresponding to the test section is called the "trolley", and is also a moving element, moving on rails perpendicular to the wind tunnel. The trolley carries the test section walls and ceiling,
- lorsqu'un essai est prêt, c'est-à-dire l'ensemble du montage, les réglages, les étalonnages et les contrôles sans vent réalisés, le chariot vide est amené devant l'alvéole de préparation où est parquée la palette. Celle-ci est introduite dans le chariot puis l'ensemble de l'équipage reprend sa place en continuité avec le circuit aérodynamique. En fin d'essai les mouvements inverses sont réalisés,
- when a test is ready, i.e. the test setup, adjustments, calibrations and no-wind checks have been performed, the empty trolley is brought up in front of the preparation cell where the cart is parked. The cart is rolled into the trolley and the whole assembly is inserted in its place in the aerodynamic circuit. The reverse procedure is carried out after the tests,
- de plus, en cours d'essais, pour permettre un accès rapide à la maquette, le circuit sous pression peut être fermé de part et d'autre de la veine d'essais qui se trouve alors isolée comme un sas et seul son volume (450 m³) est ramené à la pression atmosphérique, le reste du circuit (12500 m³ environ) conservant la pression de l'essai. Le déplacement du chariot est possible dans ces conditions.
- in order to access the model quickly during testing, the pressurized circuit can be closed off on either side of the test section, which is then isolated much like an airlock, so that only its small volume (close to 450 m³ or 16,000 cu.ft) need to be reduced to atmospheric pressure, while the rest of the circuit (almost 12,500 m³ or 450,000 cu. ft) can stay at the test pressure. The cart can be moved under these conditions.

La veine d'essai est de section rectangulaire, hauteur 3,5 m, largeur 4,5 m et a une longueur de 11 m.

The test section is of rectangular cross-section, 3.5 m high, 4.5 m wide and 11 m long (about 11'6 x 14'9 x 36").

Le groupe moto-ventilateur fonctionne à un régime constant, il est animé par un moteur électrique asynchrone de 9500 kW de puissance nominale, la roue porte 16 pales à pas variable commandées par une servo-commande électrohydraulique.

The fan operates at a constant speed, driven by an asynchronous electric motor of nominal 9,500 kW. The fan wheel carries 16 variable-pitch blades controlled by hydraulic servo.

L'évacuation de l'énergie dissipée est assurée par un réfrigérant à eau associé à un ensemble de 6 tours d'aéro-réfrigération.

The dissipated energy is evacuated by a water cooling system with six air-cooling towers.

La structure de la soufflerie est réalisée en béton précontraint ; solution novatrice qui a permis des gains substantiels sur les coûts et les délais de construction.

The wind tunnel structure is in prestressed concrete, a novel technique that made for substantial gains in costs and construction time.

La soufflerie F1 dispose de 4 palettes complètement équipées. Chaque palette porte en particulier sa propre chaîne de mesure à 64 voies, dotée d'un mini-ordinateur HP 1000 et reliée, quelle que soit sa situation, à l'ordinateur central VAX 6320.

Un grand nombre d'équipements mobiles sont disponibles pour compléter les moyens propres de la palette en fonction des configurations nécessaires aux essais.

La palette n° 1 est spécialisée pour les montages en dard. Les trois autres palettes peuvent accueillir tous les autres types de montages utilisés dans les souffleries basse vitesse en particulier :

- les différents montages sur tourelle de plancher avec ou sans balance de parois,
- les montages de prise d'air,
- le montage d'étude des profils entre panneaux.

Ces différents équipements sont complétés par un parc de moyens de mesure partagés, pour une grande partie, avec les grandes souffleries ONERA de Modane-Avrieux, soit par exemple, une panoplie complète de balances dard, des dispositifs de sondage de l'écoulement, des moyens d'acquisitions rapides, des moyens de visualisations, etc.

Les techniques d'essais dans F1 sont constamment améliorées. On peut citer dans les progrès récents, les acquisitions de pressions au cours de l'évolution continue d'un paramètre, par exemple l'incidence, les visualisations pariétales par minitufts (minitufts) éclairés sous lumière noire (UV), la thermographie infrarouge, la visualisation spatiale par tomoscopie laser, la vélocimétrie laser, etc.

La soufflerie F1 a ainsi accumulé au cours de ses 12 premières années d'activité une expérience importante et perfectionné un savoir faire à la disposition des industriels aéronautiques nationaux et étrangers.

The F1 tunnel has four fully equipped carts, each with its own 64-channel measurement system controlled by an HP-1000 minicomputer, connected at all times to the VAX 6320 mainframe.

A great many mobile systems are available to complement the specific cart equipment according to test configuration requirements.

Cart n° 1 is specialized for sting-holder quadrant. The other carts can receive all the other types of setups used in low-velocity wind tunnels, namely :

- the various floor-turret setups, with or without wall balance,
- air intake setups,
- the setup for studying airfoils between panels.

These various devices are complemented by a set of measuring systems that are for a large part shared with the large wind tunnels at ONERA's Modane-Avrieux Center : for example, a full set of sting balances, flow probing devices, high-speed acquisition systems, display facilities, etc.

Testing techniques are constantly being improved in the F1 tunnel. We would mention recent advances made in the acquisition of pressure measurements during continuous sweep of a given parameter - the angle of attack, for example - or surface flow displays by mini-tufts illuminated in black light (ultra-violet), or again infrared thermography, space visualization by laser tomography, laser Doppler anemometry, etc.

So the F1 wind tunnel has acquired a great deal of experience over its first twelve years of activity, and has improved the know-how it offers to French and foreign aeronautical industries.

L'efficacité réelle du moyen lui permet également de rester disponible pour les propres besoins de l'ONERA et de contribuer par un apport expérimental "grand Reynolds" au développement des recherches aérodynamiques.

SOUFFLERIE F2

La soufflerie F2 est un équipement particulier de l'ONERA destiné à ses propres études expérimentales. C'est une soufflerie atmosphérique "basses vitesses" (jusqu'à 100 m/s) de grande dimension compte tenu de sa finalité. Elle est en particulier remarquable par le souci, inclu dans ses spécialisations, de prendre en compte les moyens de mesure modernes et en particulier la vélocimétrie laser. Les études de la soufflerie et de son vélocimètre laser ont été intimement liées et les deux équipements se conjuguent pour faire un ensemble homogène.

La veine d'essais est de section rectangulaire, hauteur 1,80 m, largeur 1,40 m et a une longueur de 5 m (il existe ainsi une similitude géométrique de rapport 2.5 entre les deux souffleries F1 et F2).

L'architecture de la veine d'essai libère tout le volume périphérique. La structure porteuse se compose de 4 poutres longitudinales ancrées à l'amont et à l'aval. Les parois latérales sont constituées par des éléments amovibles de dimensions et de natures variées. Leur configuration peut ainsi être adaptée aux besoins de chaque essai.

Le dessin de circuit aérodynamique et l'équipement de la chambre de tranquillisation ont permis d'obtenir un écoulement de très bonne qualité (taux de turbulence très faible, de l'ordre de 0,05 %).

Le vélocimètre laser de F2 est capable de la mesure de trois composantes de la vitesse locale en tout point de la veine d'essais. Il utilise deux sources laser à argon ionisé de 15 Watts. Le premier donne les deux faisceaux bleu (0,4880 m) et vert (0,5145 m). Le deuxième fonctionne en mode monorail violet (0,4765 m).

The real efficiency of this facility also leaves it time to spare for ONERA's own "high Reynolds" experimental research.

THE F2 WIND TUNNEL

The F2 wind tunnel is a special facility which ONERA uses for its own experimental research. It is a low-velocity wind tunnel (up to 100 m/s), and is large considering what it is used for. It is especially remarkable for the fact that a concern for the use of modern measurement systems - chiefly laser Doppler anemometry (LDA) - was built into its construction specifications. The studies of the two systems were intimately intertwined, and they now combine to make a thoroughly homogenous system.

The test section is rectangular in cross section, measuring 1.80 m high, 1.40 m wide and 5 m long (about 5'11" x 4'7" x 16'5" - there is a geometric similarity between the F1 and F2 tunnels, by a ratio of 2.5).

The test section architecture leaves all of the peripheral volume free. The bearing structure consists of four longitudinal beams anchored upstream and downstream, leaving the walls accessible everywhere. The side walls are removable, and are of varied dimensions and types, so they can be configured to meet the needs of a given test.

The aerodynamic circuit and settling chamber equipment were designed to generate a very good quality flow with a turbulence level of the order of 0,05 %.

The LDA system used for the F2 can measure the three components of local velocity at any point in the test section. It uses two 15-watt ionized argon laser sources. The first generates two beams, one blue (0.4889 μ m) and one green (0.5145 μ m) and the second operates in single-line violet mode (0.4765 μ m).

Ces deux lasers et les équipements optiques associés sont installés sur un cadre ceinturant la veine d'essai, élément principal de la structure rigide du vélocimètre (Figure 5). Les têtes d'émission et les télescopes d'observation associés sont portés par des tables mobiles suivant l'axe vertical fixées sur la structure du vélocimètre. Trois tables sont utilisables, deux le long des parois verticales de part et d'autre de la veine (course de 1 000 mm) et la troisième au-dessus du plafond (course 500 mm) ce qui permet la réalisation de plusieurs configurations de mesures selon les possibilités des montages et les besoins des essais. Les mouvements des tables utilisées sont synchronisés par un asservissement numérique qui assure un suivi relatif avec une précision de 0,2 mm.

Le vélocimètre se déplace dans le plan horizontal grâce à un support motorisé constitué de 3 chariots superposés. Le chariot inférieur se déplace le long de la veine (course : 3,75 m) pour assurer la mise en position de mesure du vélocimètre. Les deux autres mouvements permettent les déplacements dans le plan horizontal (courses selon X : 500 mm, selon Y : 600 mm) associés aux mesures pour la réalisation de séquences d'exploration automatisées.

LA SOUFFLERIE F4

Le besoin d'un nouveau moyen d'essais hypersoniques à haute enthalpie a été démontré pour le projet HERMES.

L'ONERA a proposé la réalisation d'une soufflerie type HOT SHOT à arc bref. Le financement de ce projet a été assuré par le CNES agissant pour l'Agence Spatiale Européenne, par les collectivités locales (Conseil Régional de Midi-Pyrénées et Conseil Général de la Haute-Garonne) et par l'ONERA.

La figure 6 montre le schéma de principe de l'installation. La tuyère, la veine d'expérience et le diffuseur sont placés dans une enceinte déprimée jusqu'à un niveau de vide poussé (0,2 pascal).

These two lasers are installed with their optical systems on a frame that loops around the entire test section, and which is the main part of the rigid LDA structure (Figure 5). The emission heads and associated observation telescopes are carried by tables moving along the vertical axis on the LDA structure. Three tables are used : two along the vertical walls to either side of the test section (1.000 mm travel) and the third over the ceiling (500 mm travel), which allows several measurement configurations, depending on the test setup possibilities and the test requirements. The table motions are synchronized by a digitized servo system so that the assembly can be monitored with a relative precision of 0.2 mm.

The LDA moves horizontally thanks to a motorised support made up of three superimposed trolleys. To ensure the prepositioning of the LDA the lower cart moves along the test section. The two other movements are for horizontal displacement (travel along X : 500 mm, along Y : 600 mm) linked to measurement for a complete controlled investigation procedure.

THE F4 WIND TUNNEL

The need for a new high-enthalpy hypersonic testing facility for the Hermes project has been demonstrated.

ONERA has proposed the construction of a hot-shot type tunnel. This project is being financed by the CNES, acting on behalf of the European Space Agency, and also by regional organizations (Midi-Pyrénées regional council and the general council of the Haute-Garonne department), and by ONERA.

Figure 6 diagrams the facility. The nozzle, test section and diffuser are all placed in a deep vacuum (0.2 Pa).

La chambre d'alimentation, d'un volume de quelques décimètres cube est portée, à la température ambiante, à une pression initiale modérée (quelques dizaines de bar à 200 bar environ). Au moyen d'un arc électrique de grande puissance on apporte l'énergie nécessaire, la pression du gaz (jusqu'à 2000 bar) et sa température s'élèvent rapidement. L'ouverture de la chambre sur la tuyère donne une courte rafale (de 0,05 à 0,1 s) dont les caractéristiques aérothermodynamiques sont comparables à celles rencontrées par un planeur spatial pendant la traversée des couches élevées de l'atmosphère.

La puissance électrique nécessaire à l'installation (150 MW) est fournie par une machine impulsioneuse comprenant essentiellement un alternateur et un volant d'inertie lié au rotor de l'alternateur. Dans la phase de montée en vitesse (stockage de l'énergie) l'alternateur fonctionne en moteur synchrone avec une alimentation à fréquence variable "synchrotyr". Le régime nominal (régime d'attente) de la machine est de 4000 t/mn, la vitesse de rotation peut atteindre 6000 t/mn soit alors une énergie stockée de l'ordre de 450 MJ.

L'arc est alimenté à travers un redresseur sous une tension continue pouvant atteindre 4000 V et une intensité de l'ordre de 30000 A.

La soufflerie est actuellement en cours d'installation. Le lot génie civil est recetté. La machine impulsioneuse est en place et les premiers essais de fonctionnement sont réalisés à partir de la mi-février 90. Le début de l'activité industrielle est programmé courant du 2^e semestre 1990.

La soufflerie sera alors équipée d'un banc de striescopie (\varnothing 500), d'une balance 6 composantes à compensation d'inertie et des moyens de mesures des pressions, des températures et des flux thermiques. Des provisions sont prévues dans la conception du caisson d'expérience pour adapter à la soufflerie des méthodes de mesures optiques en cours de développement pour les spécifications de F4.

The arc chamber, measuring a few cubic decimeters in volume, is raised to a moderate initial pressure (from a few tens of bars to about 200 bar) at atmospheric temperature. Using a high-power electric arc to supply the extra energy needed, the gas pressure is raised quickly (to 2,000 bar), as is its temperature. The chamber is then opened into the nozzle, generating a short burst lasting 0.05 to 0.1 s with aerodynamic characteristics comparable to those encountered by a space glider as it passes through the upper layers of the atmosphere.

The electrical power needed (150 MW) is supplied by a pulse generator consisting essentially of an alternator and flywheel mounted on the alternator rotor. During acceleration (energy storage), the alternator works as an electric motor with a variable-frequency "synchrotyr" power supply. The nominal (holding) speed is 4,000 rpm, but the machine can rotate at 6,000 rpm, which corresponds to a stored energy of about 450 MJ.

The arc is supplied through a rectifier with a d.c. voltage as high as 4,000 V and a current of about 30,000 A.

This tunnel is currently being installed. The civil engineering part has been delivered and accepted. The arc production machine is in place and initial operating tests have been under way since mid-February, 1990. Industrial activity is scheduled to begin during the second half of 1990.

The tunnel will then be equipped with a Schlieren bench (500 mm dia.), a six-component balance with inertia compensation, and systems for measuring the pressure, temperature and heat fluxes. Provisions are made in the test chamber design to adapt optical measurement methods later, as provided for in the F4 specification.

LE LABORATOIRE D'ETUDE DE LA PROPULSION

L'activité dominante de ce laboratoire concerne les études expérimentales des phénomènes physico-chimiques intervenant dans la combustion des propergols ou des ergols liquides utilisés pour la propulsion des engins ou des lanceurs spatiaux.

Le laboratoire est pourvu de cinq bancs d'essais universels largement dimensionnés, prévus pour des propulseurs de 10 kN de poussée en position horizontale. Un sixième banc a été affecté aux montages destinés à l'étude de la pulvérisation des ergols dans les foyers de moteur à ergol liquide (visualisations, granulométries, etc.).

Un grand nombre de montages sont utilisés selon les objectifs de l'étude. Les thèmes principaux de ces études sont à titre d'exemple :

- l'analyse des phases d'allumage,
- l'identification des instabilités de fonctionnement,
- la mesure des vitesses de combustion par ultrasons et par micro-ondes,
- la qualification de concept de propulseurs à poussée modulable,
- la qualification du fonctionnement de générateur de gaz combustible en vue de leur utilisation sur statoréacteur,
- l'étude des jets (charges statiques, granulométrie, vélocimétrie, etc.).

Les études relatives aux moteurs à ergols liquides prennent une part de plus en plus importante, limitées actuellement aux ergols stockables, il est envisagé de les étendre aux ergols cryogéniques (LH2, LO2).

Le laboratoire comprend également un banc de simulation destiné à l'étude sur maquette à l'échelle 1/20 de la phase initiale du tir des lanceurs ARIANE. Ce moyen permet en simulant la trajectoire du lanceur par une succession de positions discrètes, l'étude détaillée des ambiances acoustiques et thermiques en champs proches pour qualifier les charges imposées au lanceur et à sa charge utile et en champ lointain.

THE PROPULSION RESEARCH LABORATORY

This laboratory is mainly for experimental research on the physical and chemical phenomena involved in the combustion of solid and liquid propellants used for the propulsion of missiles and space vehicles.

The laboratory is equipped with five generously sized universal test benches, designed to test 10 kN rocket engines in the horizontal position. A sixth bench is fitted out for studying propellant spray in liquid-propellant engine chambers (visualizations, grain size distributions, etc.).

A great many different setups are used, depending on the purpose of the study. The main themes are, for example :

- analysis of ignition phases,
- identification of operating instabilities,
- ultrasonic or microwave measurement of combustion velocities,
- qualification of the controlled-thrust engine concepts,
- qualification of combustible gas generator operation for use in a ram-jet engine,
- study of jets (static loads, grain size distribution, velocity distribution, etc.).

Research on liquid-propellant engines is taking on greater and greater importance. Currently limited to storable propellants, it might be extended to cryogenics (LH2, LO2).

The laboratory also has a bench for simulating the initial phase of flight on the Ariane launch vehicle, using a 1:20 scale model. This is done by simulating the vehicle's flight path by a sequence of discrete positions and studying the acoustical and thermal nearfield in detail, to qualify the loads placed on the vehicle and its payload, as well as the farfield environment.

LA BASE OPTIQUE

La base optique est un équipement mis en oeuvre sur des périodes assez courtes par des équipes spécialisées venant d'autres établissements de l'ONERA. Les expériences réalisées concernent l'utilisation de lasers basses énergies sur des thèmes variés :

- imagerie,
- étude de la propagation atmosphérique,
- vélocimétrie, etc.

L'installation consiste essentiellement en deux bâtiments (un émetteur, un récepteur) distants de 1 kilomètre, placés en vis-à-vis. Des liaisons de mesures et de communication relient les deux bâtiments.

La base peut en outre accueillir sur des aires extérieures des cibles de grande taille tels que des hélicoptères ou des véhicules terrestres.

Fig. 1 - Domaine de fonctionnement de F1.
 Fig. 2 - F1 - Mouvements chariot-palette.
 Fig. 3 - Soufflerie F1.
 Fig. 4 - Soufflerie F2.
 Fig. 5 - F2 - Vélocimétrie laser.
 Fig. 6 - Principe de la soufflerie à arc bref.
 Fig. 7 - Soufflerie F4.

THE OPTICAL BASE

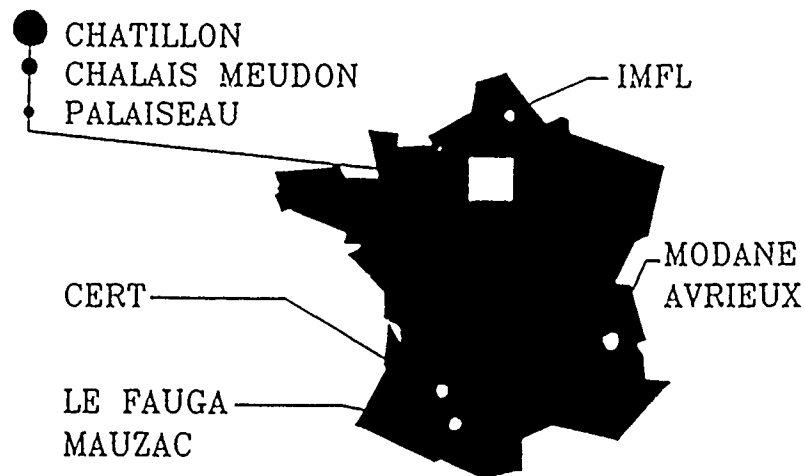
The optical base is a system used for brief experiments conducted by specialists from other branches of ONERA. The experiments concern the use of low-energy lasers for :

- imaging,
- studying atmospheric propagation,
- velocity measurements, etc.

The facility consists mainly of two buildings (one emitter, one receiver) facing each other 1 km apart, interconnected by measurement and communications links.

Large targets like helicopters and land vehicles can also be placed in the outdoor areas.

Fig. 1 - F1 - Operation envelope.
 Fig. 2 - F1 - Cart and trolley motions.
 Fig. 3 - F1 - Wind tunnel.
 Fig. 4 - F2 - Wind tunnel.
 Fig. 5 - Laser doppler anemometer.
 Fig. 6 - Principle of the hot-shot wind tunnel.
 Fig. 7 - F4 - Wind tunnel.



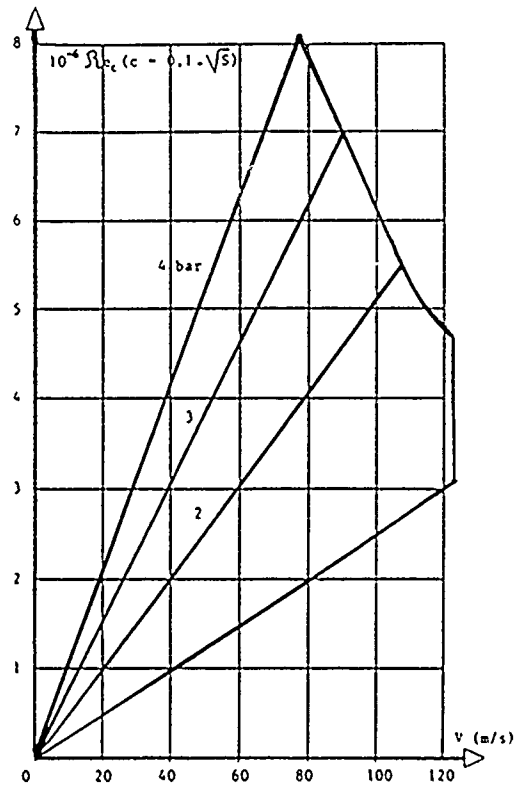


Figure 1 : F1 operation envelope

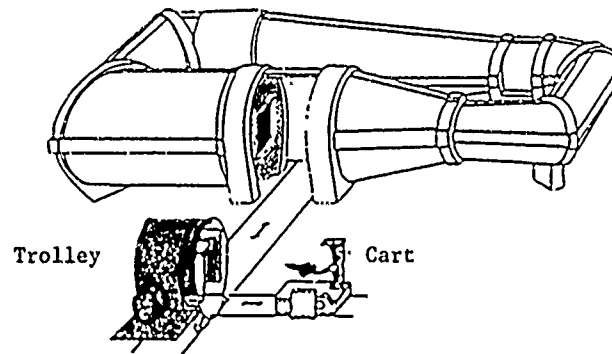


Figure 2 F1 cart and trolley motions

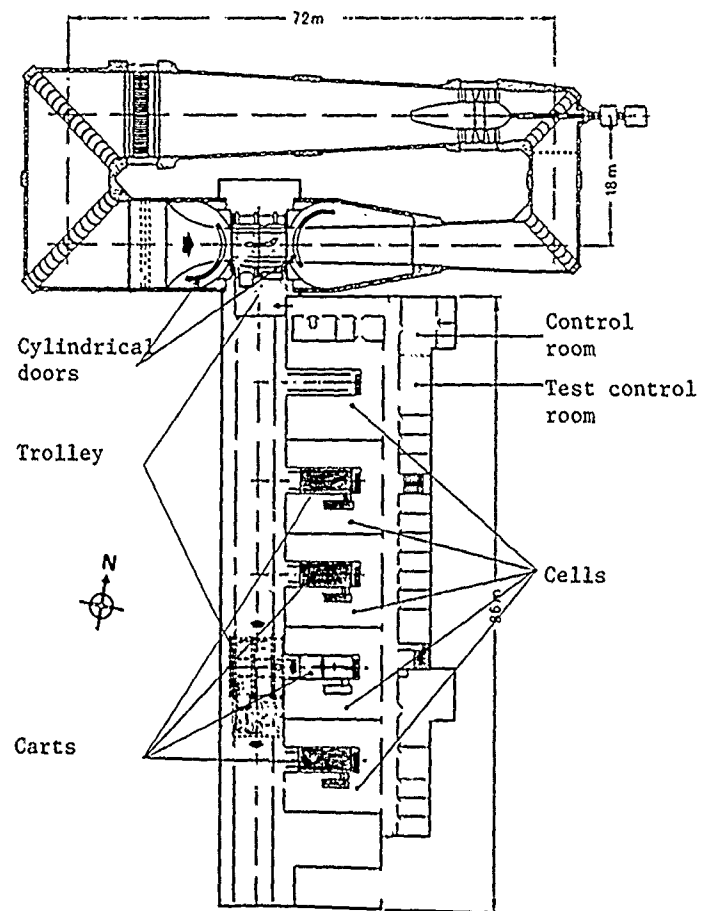


Figure 3 : F1 Wind tunnel

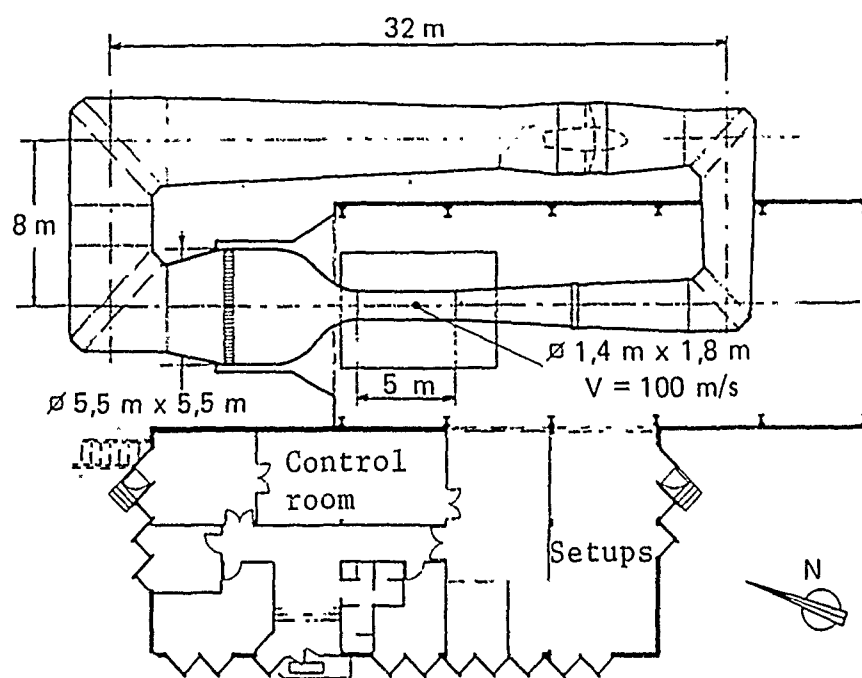


Figure 4 : F2 Wind tunnel

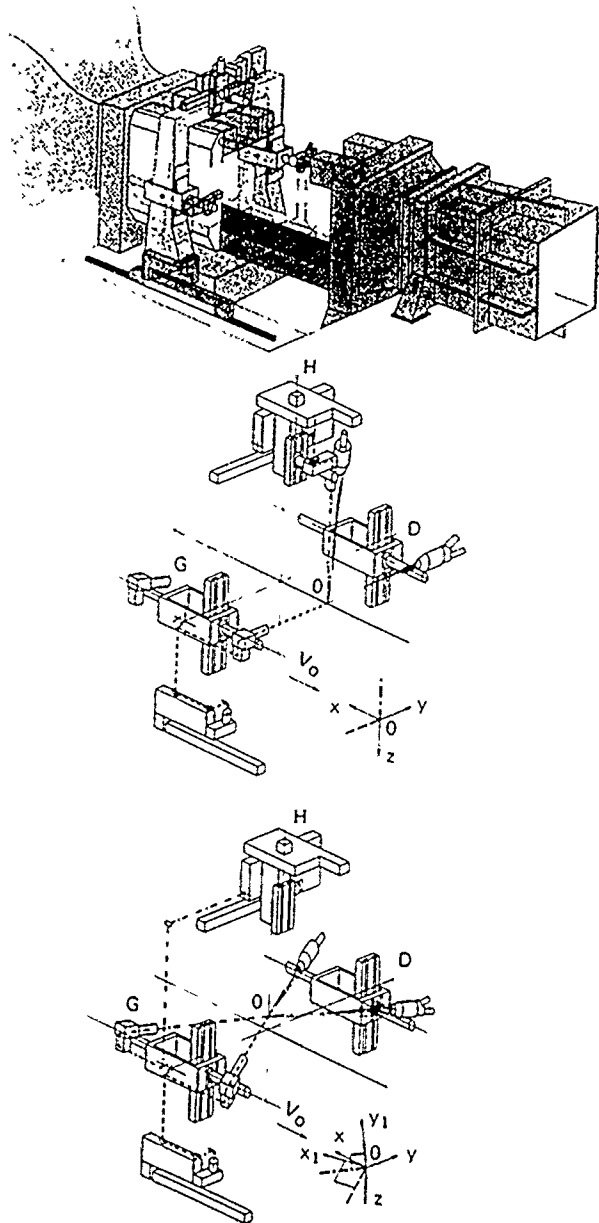


Figure 5 : Laser doppler anemometer

PRINCIPLE OF THE HOT-SHOT WIND TUNNEL

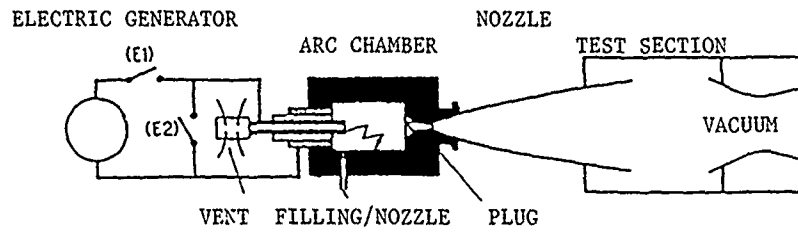


Figure 6

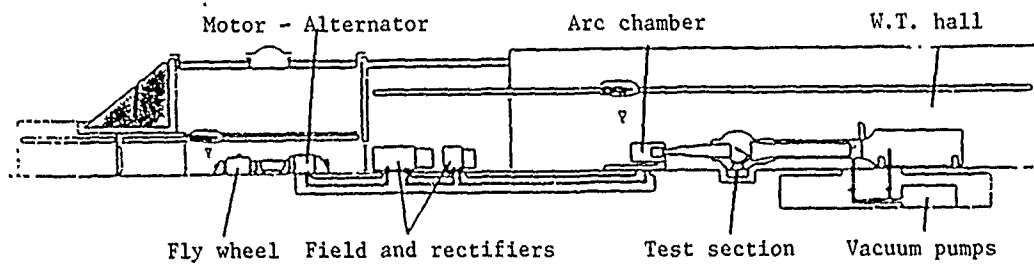


Figure 7 : F4 wind tunnel

**LE CENTRE D'ESSAIS AERONAUTIQUE DE TOULOUSE
(CEAT)
ETABLISSEMENT DE L'OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE
RECHERCHES AEROSPATIALES (ONERA)
par l'Ingénieur Général de l'Armement RIPOLL Directeur**

TOULOUSE. AERONAUTICAL TEST CENTRE of the french national
Aerospace Research Agency (ONERA)
Presentation of the Centre d'Essais Aéronautique de Toulouse by its Director,
Ingénieur Général de l'Armement, Mr RIPOLL

HISTORIQUE

Comme les autres centres d'essais de la Direction des Constructions Aéronautiques, le CEAT trouve ses origines dans la nécessité d'effectuer des essais d'évaluation sur les matériels présentés par l'industrie aux services d'acquisition. Cette nécessité était très forte en ce qui concerne les cellules et les moteurs dès avant la Deuxième Guerre Mondiale; les concentrations intervenues depuis n'ont d'ailleurs que très incomplètement touché le secteur des équipements.

Les services officiels ont également ressenti très tôt le besoin d'effectuer par eux-mêmes certaines recherches ou investigations afin de pouvoir stimuler l'industrie, parfois trop encline à ne juger que sur la rentabilité immédiate l'intérêt de solutions innovantes.

Plusieurs établissements d'expériences techniques virent ainsi le jour en région parisienne dans les années trente. Il existait sans doute une volonté de regroupement et de décentralisation et une certaine attraction vers Toulouse, berceau de l'Aéropostale, lorsque les hostilités provoquèrent un repli en province. L'existence de bâtiments disponibles, primitivement destinés à reloger l'Ecole Vétérinaire de Toulouse, amena une première vague de pionniers dans un quartier alors encore champêtre et isolé de la ville.

HISTORY

Like the other test centres of the Direction des Constructions Aéronautiques, the CEAT came into being because of the need to test the equipment presented to the procurement departments by industry. As far as airframes and engines are concerned, this need was already strong before the Second World War, and the mergers which have taken place since then have only affected the equipment sector in a very partial manner.

The airworthiness authorities also felt the need very early on to perform certain research or investigative work themselves in order to stimulate industry, which sometimes tends to judge the interest of original solutions on their immediate profitability only.

Thus it was that several technical experimental establishments were set up in the Paris area in the 1930's. There was doubtless a desire to combine and relocate them when the start of hostilities caused a withdrawal to the provinces, and Toulouse, the home of the airmail service, exerted a certain attraction. The existence of available buildings, initially intended to rehouse the Veterinary School of Toulouse, brought a first wave of pioneers to what was then a country district, cut off from the towns.

Après les péripéties, parfois pittoresques, de la guerre et de l'occupation, la création de l'ONERA en 1945 opéra une rationalisation intégrant ce qui était devenu un établissement déjà actif et plein de projets d'installations, notamment en aérodynamique. En 1948 cependant, l'Office se recentrait sur Paris et Modane, abandonnant Toulouse.

Grâce à l'action énergique de l'Ingénieur Militaire (alors Principal) DELLUS, la Direction Technique et Industrielle de l'Aéronautique acceptait de former un établissement avec les personnels, quelque 250, non désireux de suivre l'ONERA ; ainsi naquit il y a un peu plus de 40 ans l'Etablissement Aéronautique de Toulouse.

En une dizaine d'années le dynamisme des fondateurs, s'appuyant sur la politique de prototypes, donne à l'EAT une vocation et une place reconnues, notamment par les essais spectaculaires de trains d'atterrissage et de cellules complètes comme CARAVELLE dans sa piscine. L'EAT conçoit lui-même des installations uniques et les essais qui s'y déroulent.

Les décennies suivantes sont marquées par la réduction certes du nombre de programmes, mais surtout par l'approfondissement des travaux d'investigation sur des matériels plus complexes amenés jusqu'au stade de l'industrialisation. Simultanément apparaissent les problèmes nouveaux résultant de l'extension du domaine d'emploi, en altitude et en vitesse, y compris les engins balistiques.

L'EAT accueille aussi un nombre important de rapatriés d'Afrique du Nord, issus des établissements de réparations gonflés par les opérations militaires.

Vient alors le programme CONCORDE, accompagné du MERCURE puis de l'AIRBUS A300. Grâce à des renforts supplétifs l'effectif dépasse les 1100 en 1973.

After the sometimes colourful turns taken during the war and the occupation, the creation of ONERA in 1945 gave rise to rationalisation, integrating what had already become an active establishment with lots of installation projects, notably in the aerodynamics field. However, in 1948 ONERA was centralized around Paris and Modane, leaving Toulouse by the wayside.

Thanks to the energetic action taken by Ingénieur Militaire DELLUS, the Direction Technique et Industrielle de l'Aéronautique agreed to set up an establishment with the 250 staff who did not wish to follow ONERA, and thus a little over 40 years ago, was born the Etablissement Aéronautique de Toulouse (EAT).

Within ten years or so, the dynamic action of the founders, based on a policy of prototypes, succeeded in getting the vocation and position of the EAT recognized, notably through spectacular tests of landing gear and complete airframes, such as the CARAVELLE in its pool. The EAT itself designed these unique installations and the tests to be carried out in them.

The following decades were marked, it is true, by a reduction in the number of programmes but, above all, by inspection, in ever greater depth of more complex equipment, right through to the manufacturing stage. At the same time, new problems were appearing due to the extension of the range of altitudes and speeds, including ballistic missiles.

The EAT also received a large number of people repatriated from North Africa were they had been working in repair shops made necessary by military operations.

Then came the CONCORDE programme, accompanied by the MERCURE and then the AIRBUS 300. Thanks to additional reinforcements, the workforce topped the 1100 mark in 1973.

Les essais statiques thermo-structuraux du CONCORDE, un véritable défi relevé face aux industriels constructeurs, la qualification des matériaux et organes divers (pneus, roues, freins, conditionnement d'air, etc) donnent à l'établissement ses lettres de noblesse. En 1966 il prend la dénomination actuelle Centre d'Essais Aéronautique de Toulouse.

En 1978 la vocation pluridisciplinaire est confirmée par le transfert au CEAT des attributions dans le domaine des équipements dévolues précédemment au Laboratoire de Brétigny. En 1983 lui est attribuée la maîtrise d'oeuvre de tous les essais de matériaux aéronautiques effectués par la Direction des Constructions Aéronautiques. Peu après il étend ses compétences à l'expertise des logiciels.

En 1989 il célèbre de façon éclatante son quarantenaire.

MISSIONS

Le Centre d'Essais Aéronautique de Toulouse est un établissement en régie directe relevant de la Direction des Constructions Aéronautiques (DCAé) au sein de la Délégation Générale pour l'Armement. Il participe par ses compétences et par ses moyens aux missions étatiques de cette direction, et tout particulièrement contribue à lui donner la nécessaire indépendance de jugement pour l'évaluation des matériels et systèmes présentés par les industriels pour l'équipement des forces.

En matière de constructions aéronautiques, la DCAé est l'unique service technique gouvernemental français. A ce titre c'est le service chargé de l'acquisition de tous les systèmes à base d'aéronefs destinés tant à l'Armée de l'Air qu'à l'Aéronautique Navale, à l'Armée de Terre ou à la Gendarmerie. Ses compétences sont mises à la disposition du Ministère des Transports pour l'expertise technique des programmes et des produits aéronautiques.

Dans ce contexte les missions de base du CEAT constituent le prolongement de celles des services d'acquisition, maîtres d'ouvrage et parfois maîtres d'oeuvre des systèmes.

The static thermo-structural tests for CONCORDE, a real challenge laid down by the manufacturers, the qualification of the various materials and components (wheels, tyres, brakes, air conditioning, etc.) conferred well deserved recognition on the establishment. In 1966 it took on its present name of Centre d'Essais Aéronautique de Toulouse.

In 1978 its multidisciplinary calling was confirmed by the transfer of assignments in the equipment field which had previously been the prerogative of the Brétigny laboratory. In 1983 it was made responsible for supervising all the testing of aeronautical materials performed by the Direction des Constructions Aéronautiques. Shortly afterwards it extended its capabilities to software appraisal.

In 1989 the Centre celebrated its fortieth anniversary in glittering style.

MISSIONS

The Centre d'Essais Aéronautique de Toulouse is an establishment directly controlled by the Direction des Constructions Aéronautiques (DCAé) within the Délégation Générale pour l'Armement. It places its competence and facilities at the service of this department's state missions and in particular, contributes to its necessary independence of judgement in the assessment of equipment and systems that industry proposes for the equipping of the armed forces.

In aeronautical construction, the DCAé is the French government's only technical department. As such it is the department which is responsible for procuring all aircraft based systems not only for the Air Force but also for the Fleet Air Arm, the Army and the Gendarmerie. It makes its competence available to the Ministry of transport for technical assessment of aeronautical programmes and products.

In this context, the basic missions of the CEAT constitute an extension of those of the procurement departments, of sponsors, and sometimes, of prime contractors for systems.

Son domaine de compétence s'étend des matériaux élémentaires aux structures complètes, des équipements aux logiciels et systèmes, des composants aux organes divers non propulsifs, en dehors des appareils émissifs et des armements proprement dits. Les matériels peuvent être à usage aéronautique ou aérospatial, aéroportés ou non.

Ces missions sont accomplies au profit des organismes de la DCAé, des autres directions et services de la DGA, de tout autre département ministériel, des pays étrangers ainsi que d'entreprises du secteur aérospatial, au terme d'accords appropriés dépendant de la nature des programmes et des partenaires en cause.

La multiplication des coopérations internationales, le développement des programmes spatiaux, l'essor industriel de l'aéronautique civile, sont autant de facteurs d'ouverture, et d'élargissement des activités qui font appel aux compétences et moyens engendrés par les missions fondamentales du Centre.

De facto, l'une des missions du Centre a été de constituer un pôle national de concentration des investissements consentis par le gouvernement en vue de fonder les assises d'une industrie aéronautique et spatiale performante. A l'échelle d'un pays moyen comme la France il eût été préjudiciable de disperser et de multiplier les mêmes moyens chez les nombreux industriels concernés par les programmes.

Cette même politique, menée avec persévérance pendant plus de quarante ans, a permis, dans un autre domaine, de disposer en France avec le Centre d'Essais des Propulseurs, également de la DCAé, d'un très puissant ensemble d'essais en altitude simulée, utilisable par au moins les cinq producteurs de machines tournantes aéronautiques français.

Des moyens puissants, complexes et coûteux, sont indispensables pour mener à bien les tâches étatiques d'évaluation, de contrôle de conformité aux spécifications contractuelles. Leur emploi ne serait cependant que très partiel s'il se limitait aux épreuves officielles d'homologation ou de certification.

Its field of competence ranges from elementary materials to complete structures, from equipment items to software and systems, from components to various non-propelling parts, with the exception of emitting devices and weapons proper. Equipment may be for aeronautical or aerospace purposes, airborne or not.

These missions are performed for organizations forming part of the DCAé, other departments and sections of the DGA, or any other ministerial department, for foreign countries, and for firms in the aerospace sector, following appropriate agreements made according to the type of programme and the partners involved.

The increase in international cooperative ventures, the development of space programmes and the expansion of the civil aviation industry are all factors which open new paths and widen the scope of the Centre's activities, bringing into play the competence and facilities initially generated by its fundamental missions.

One of the de facto missions of the Centre has been that of constituting a pole of attraction at national level for investments made by the government to form the foundation of an effective aeronautical and space industry. For a medium-sized country like France, it would have been detrimental to disperse and duplicate facilities among the numerous industrial firms involved in the programmes.

This policy, actively pursued for more than forty years, has enabled France to build up, in another field, at the Centre d'Essais des Propulseurs, which also comes under the DCAé, an extremely powerful set of altitude simulating tests that can be used by at least the five manufacturers of turbomachinery in French aeronautics.

Powerful, complex and costly facilities are indispensable if the state-imposed tasks of assessment and verification of conformity with contractual specifications are to be properly carried out. However, the use of these facilities would be limited to a small part of their potential if they were reserved solely for official approval and certification tests.

En fait les services prescripteurs exigent désormais une validation progressive des solutions techniques par des essais partiels à tous les stades des études, des démonstrations et du développement. Les essais correspondants ne sont pas fondamentalement différents de ceux que l'industriel doit lui-même effectuer pour soutenir les travaux de recherche, de conception et de mise au point.

Aussi le Centre d'Essais a-t-il pour mission complémentaire, selon les textes officiels, de mettre ses moyens et compétences au service des industriels moyennant des conventions appropriées, et de participer aux essais des constructeurs. Les interventions du Centre peuvent être décidées et financées par les services prescripteurs eux-mêmes dans le cadre des contrats qu'ils passent aux industriels. Elles peuvent être demandées directement par les constructeurs et sont alors soumises à une facturation effective.

Au-delà de la simple réalisation d'essais, les missions du Centre s'étendent au conseil auprès des services d'acquisition dans l'élaboration des spécifications, à la réglementation et la normalisation, à l'appréciation du niveau de sécurité des systèmes. La part d'activité consacrée à ces dernières missions prend une place croissante, surtout avec l'apparition des équipements numériques intégrés dans des systèmes complexes et vitaux, aussi bien pour les civils que pour les militaires.

Le centre est également responsable des méthodes d'essais, et de la conception et de la réalisation des moyens nécessaires à l'accomplissement de ses missions. Il se place désormais de plus en plus en maître d'ouvrage, voire maître d'oeuvre vis-à-vis de fournisseurs de haut niveau, alors que le contexte technologique imposait souvent, dans les premières décennies, une réalisation complète par soi-même.

Tenu à une qualité irréprochable et habitué à la confidentialité, le Centre est amené à jouer le rôle de laboratoire de référence tant pour les méthodologies que pour la caractérisation des produits.

In fact, the departments stipulating the procedures now demand progressive validation of technical solutions through partial testing at all stages of design, demonstration and development. The corresponding tests are not basically different from those which have to be carried out in industry to support research, design and development work.

The Centre d'Essais therefore has the complementary mission, defined by official texts, of making its facilities and competence available to industry, through suitable conventions, and participating in manufacturer's tests. The Centre's interventions may be decided upon and financed by the official bodies themselves within the contracts they sign with industry. They may be requested directly by the manufacturers, in which case they are billed at actual costs.

The missions of the Centre extend beyond simple testing to advising the procurement departments on the drawing up of specifications, to regulations and standards, and to assessing safety levels of systems. The proportion of activity devoted to these missions is increasing, particularly with the arrival of computerized equipment integrated into complex, systems vital for both civil and military use.

The Centre is also responsible for the test methods used, and the design and fabrication of the facilities it needs to carry out its missions. It is increasingly taking on the role of client, or prime contractor to high level suppliers, as opposed to the earlier years, when the technological context meant that the Centre had to do all the work itself.

Bound to provide impeccable quality and accustomed to confidential work, the Centre acts as a reference laboratory both for methodology and for product characterization.

Il est appelé à soutenir les services de surveillance industrielle (SIAR ou homologues) dans la délivrance des certificats de qualité aux industriels (RAQ ou AQAP).

Les restructurations industrielles à vaste échelle internationale, donnant aux constructeurs des ressources considérables, les progrès technologiques largement diffusés même dans les petites et moyennes entreprises, la complexité croissante des systèmes, engendrant des coûts très élevés et le partage en coopération, cette profonde évolution du contexte modifie les méthodes de travail de tous les services. L'ensemble des missions assumées par le CEAT montre qu'il reste bien, dans ce nouveau cadre, le prolongement des organes étatiques dans leurs actions envers l'industrie.

Ces actions relèvent du renforcement de la base technologique, de la consolidation des structures industrielles, de la stimulation des recherches et développements probatoires, de la construction méthodique de la qualité des conceptions et réalisations, de la maîtrise des coûts et des délais. De tels objectifs concernent aussi bien les produits aéronautiques civils que les systèmes d'armement, et les matériels aérospatiaux.

Les tendances actuelles montrent que le CEAT aura à accomplir de telles missions non seulement pour l'ensemble de la DGA mais aussi pour des agences d'autres pays, notamment européens, ou internationales, aéronautiques ou spatiales.

MOYENS

Les moyens dont dispose le CEAT sont aujourd'hui considérables, diversifiés, souvent originaux ou uniques. Leur valeur totale à neuf est supérieure à 2500 MF. Certains remontent à la fondation, comme les souffleries basse vitesse S4 ou S5 ou le canal couvert rectiligne de 1200 mètres de long primitivement bassin d'essai de carène d'hydravions. Une modernisation permanente a porté sur un accroissement de performances et surtout l'équipement de mesures et d'investigations.

It is called upon to provide support for the departments supervising industry (SIAR or equivalents) in the delivery of quality certificates to industrial firms (RAQ or AQAP).

The restructuring of industry on a vast, international scale, giving considerable resources to manufacturers, the wide application of technological progress even in small and medium sized firms, and the growing complexity of systems generating very high costs and hence cooperative sharing ... these profound transformations of the context have changed the methods of working in all departments. All the missions accepted by the CEAT show that there still remains, in this new situation, a prolongation of state action on industry.

This action involves reinforcing the technological base, consolidating industrial structures, stimulating preliminary research and development, methodically building up design and manufacturing quality, and controlling costs and schedules. Such aims concern civil aeronautical products, as well as weapons systems and aerospace equipment.

Current trends indicate that the CEAT will be called upon to accomplish such missions not only for the DGA as a whole but also for the agencies of other countries, be they European or international, for aeronautics or space.

FACILITIES

The facilities the CEAT has at its disposal today are considerable, diversified, and often original or unique. Their total value when new exceeds 2500 million francs. Some date back to the Centre's foundation, like the low speed wind tunnels S4 and S5 or the 1200 metre-long straight covered channel which was originally built to test the hulls of seaplanes. Constant modernisation has concentrated on improving performance levels and particularly on measuring and investigation instruments.

Les souffleries, complémentaires de celles de l'ONERA, beaucoup plus raffinées et coûteuses, trouvent leur spécificité dans les expérimentations rustiques ou peu orthodoxes, le maintien de coûts raisonnables pour une bonne efficacité industrielle.

La mise en mouvement de la maquette dans un fluide immobile, ou simplement perturbé localement, donne au tunnel aérodynamique des possibilités particulières de simulation. La quiétude du bassin permet des investigations en acoustique sous-marine.

Très vite le CEAT a maîtrisé l'ensemble des essais relatifs à la fonction "atterrisseur" complète : vérins et amortisseurs, structures en statique, dynamique et fatigue, roues, freins, pneumatiques.

Plusieurs machines de chute couvrent toute la gamme des tailles jusqu'aux AIRBUS A300/A310 et le projet d'une machine de capacité encore supérieure est prêt pour faire face aux besoins de la fin du siècle.

Dès le début la résistance des matériaux et des structures constituait un domaine privilégié pour le Centre. La filière complète est maîtrisée, qui va du produit de base soumis à des analyses physico-chimiques, jusqu'à la cellule complète des plus gros appareils réalisés en Europe : sous les charges extrêmes la déflexion attendue en bout d'ailes sur A340 est supérieure à 6 mètres.

Le parc des machines d'essais permet toutes les investigations, la caractérisation des matériaux structuraux, notamment dans le domaine de la rupture par fissuration, la validation des procédés de mise en oeuvre et des techniques d'assemblage, la mise au point des normes et méthodologies d'essai.

Les extensions récentes concernent naturellement les nouveaux matériaux tels que les composites, ainsi que les matériaux destinés aux moteurs aéronautiques et spatiaux, les céramiques, et plus généralement le domaine des hautes températures.

The wind tunnels, which are complementary to the much more sophisticated and costly ones at ONERA, are specifically useful for simple or rather unorthodox experiments. They keep costs to a reasonable level for good industrial efficiency.

Moving a model through an immobile fluid or one with localized perturbations opens up special simulation possibilities in the aerodynamic tunnel. The calm which reigns in the body of water makes under-water acoustic investigations possible.

The CEAT quickly mastered all the tests for the complete "landing gear" function : actuators and shock struts, static, dynamic and fatigue structural tests, wheels, brakes, tyres.

Several drop-test machines cover the whole range of sizes up to the AIRBUS A300/A310 and the planned machine, which has even greater capacity, will be ready to answer the needs arising at the end of the century.

Right from the start, the resistance of materials and structures was one of the Centre's privileged domains. It covers the whole field, from physical chemical analyses of the basic products, to full airframe tests of the largest aircraft made in Europe : under extreme loading, the wingtips of the A340 are expected to be deflected by more than 6 metres.

The equipment available can carry out any inspection, the characterization of structural materials, notably in the areas of rupture by cracking, the validation of implementation procedures and assembly techniques, or the setting up of standards and test methodology.

Recent extensions naturally concern the new materials such as composites, and materials intended for air and space engines, ceramics, and, more generally, the field of high temperatures.

Des résultats intéressants ont été obtenus dès 1989 sur le chauffage de pièces structurales de grandes dimensions à usage aérospatial.

Le CEAT est particulièrement bien doté en grands halls d'essais structuraux et en systèmes de chargement par vérins hydrauliques, soit en statique, soit en fatigue, tous systèmes informatisés, permettant une conduite précise des essais par des équipes conjointes avec les constructeurs.

Soumettre les matériels aux contraintes normales ne suffit pas, il faut aussi traiter des cas extrêmes et accidentels. Au-delà des environnements sévères, vibrations, climat chaud et humide ou glacial, pluie, etc, le CEAT dispose d'une aire d'écrasement au sol d'aéronefs jusqu'à 10 tonnes, hélicoptères ou avions, de bancs d'accélération linéaire et de choc horizontal (essai de sièges-passagers au crash), d'un caisson d'incendie demi-grandeur, de "canons à poulets".

Le problème du foudroiement a donné naissance à une puissante unité d'étude et d'essai, dotée de plusieurs générateurs de choc électrique conformes aux normes récentes. Ces générateurs sont mobiles sur transport routier ou par Transall. Un vaste hall amagnétique abrite une aire de choc de tension par arc de grandes dimension sous 5 MV.

Dans le domaine électromagnétique le CEAT dispose des moyens nécessaires à la qualification des équipements isolés face à toutes agressions, y compris les impulsions d'origine nucléaire. Une batterie d'émetteurs permet d'opérer également sur les avions complets ; le centre mettra à l'avenir en oeuvre des simulateurs d'impulsion nucléaire sur des avions complets.

L'une des spécialités du CEAT est la simulation des conditions de vol sur les systèmes de conditionnement d'air et de pressurisation à bord des avions militaires et civils. Plusieurs caissons d'altitude, atteignant 800 m³, alimentés par un jeu de compresseurs et de réchauffeurs, ainsi que des pompes à vide, ont déjà plus de 20 ans d'activité sur le site primitif du Centre.

Interesting results were obtained as early as 1989 on the heating of large structural parts for aerospace use.

The CEAT is particularly well endowed, with large halls for structural testing and with hydraulic jack loading systems, for either static or dynamic loads. All systems are computerized and this enables the tests to be run accurately by joint teams from CEAT and the manufacturers.

It is not sufficient to submit materials to normal stresses ; extreme and accidental cases must also be studied. In addition to severe environmental conditions such as vibrations, hot and humid or icy climates, rain, etc., CEAT can also perform smash-down tests on aircraft of up to 10 tonnes, be they helicopters or planes, and has linear acceleration and horizontal shock test benches (for testing passenger seats in the event of a crash), a half-scale fire chamber, and bird guns.

The problem of lightning strikes gave rise to the setting up of a powerful study and test unit with several electric shock generators built to recent standards. The generators can be transported by road vehicles or by Transall. A vast non-magnetic hall houses a large size 5 MV generator for voltage shock through arcs.

In the field of electromagnetics, the CEAT has the facilities needed for the qualification of isolated pieces of equipment against any attack, including pulses of nuclear origin. An array of emitters makes it possible to work with complete aircraft. In the future the Centre will be equipped with nuclear pulse simulators for complete aircraft.

One of CEAT's specialities is the simulation of flight conditions on the air conditioning and pressurization systems of civil and military aircraft. Several altitude chambers of up to 800 m³, supplied by a set of compressors and heaters as well as vacuum pumps, have been in service for more than 20 years on the original site of the Centre.

Dans les extensions en cours, figure un complexe hautement performant et automatisé qui constitue une capacité à notre connaissance unique en Europe. L'ensemble des machines prévues dans ce cadre pourra également supporter des installations originales, telles qu'une chambre d'environnement réaliste sur aéronefs complètement équipés, avion de combat, hélicoptère, navette spatiale.

Associée à ce complexe une soufflerie atmosphérique sonique à rafale permettra dès 1991 de simuler la phase initiale de l'éjection d'un pilote sur son siège à Mach proche de 1.

Plus classiques sont les laboratoires d'essais de réseaux électriques et de génératrices embarqués, de vérins hydrauliques et de servo-commandes numériques, d'équipements d'avionique, d'optique et de sécurité individuelle du pilote.

Le CEAT met également en oeuvre des moyens d'analyse des signatures infra-rouge en configuration sol-sol ou sol-air. Ces moyens seront prochainement perfectionnés pour une analyse multi-spectrale des images et dans d'autres bandes optiques.

Enfin l'une des compétences les plus originales du CEAT est l'expertise de la qualité des logiciels, tant par le contrôle des produits que par l'audit des organisations d'assurance-qualité des producteurs de logiciels aéronautiques.

ACTIVITES

La diversité et la puissance des moyens dont il dispose amène le CEAT à participer à de très nombreux programmes. La finalité militaire caractérise en moyenne les 2/3, en temps passés et en coûts, des activités, la finalité civile environ 1/3. A raison de 15 % à 20 % ces activités donnent lieu à un paiement par l'industriel. Sans chercher à en décrire la totalité, on peut citer quelques unes de celles qui ne relèvent pas directement de l'emploi des moyens pour le développement des programmes.

Among the extensions in progress is a very high performance, automated complex providing a capability unequalled in Europe to our knowledge. The set of machines planned for this will also support original installations such as a realistic environment chamber for fully equipped airliners, combat planes, helicopters and the space shuttle.

The sonic atmospheric gust tunnel associated with this complex will, by 1991, be ready to simulate the initial phase of ejection of a pilot with his seat at close to Mach 1.

More conventional laboratories test on-board electrical networks and generators, hydraulic actuators and computerized servo-systems, and equipment for avionics, optics and pilots' personal safety.

The CEAT also uses infra-red signature analysis devices in ground-ground and ground-air configurations. This equipment will soon be upgraded to perform multispectral image analysis and analysis in other optical bands.

Finally, one of the CEAT's most original fields of competence is in the expert assessment of software quality, both by checking the products and through auditing the quality assurance organizations in firms producing aeronautical software.

ACTIVITIES

Because of the diversity and power of its facilities, the CEAT is called upon to participate in a very large number of programmes. An average of about 2/3 (in time and cost) of its activities are for military purposes, the remaining 1/3 being to civil ends. 15 to 20 % of these activities give rise to payment by industry. Without trying to describe them all, I should like to mention a few of those which do not directly involve the use of the facilities for programme development.

Le suivi en utilisation des flottes militaires, environ 800 avions, permet de calculer leur fatigue et les endommagements afin de piloter les interventions et les réparations en atelier.

La mise au point des procédures de test des matériaux d'aménagement intérieur vis-à-vis de l'inflammabilité et de la toxicité, sur les calorimètres normalisés par les autorités de navigabilité, conduit à des essais croisés internationaux.

Dans le programme d'exploration en vol des caractéristiques de la foudre, le CEAT participe aux côtés de l'ONERA à l'étalonnage des chaînes de mesures et à l'interprétation des résultats. Ce domaine est également couvert par un AFARP et un MWDDEA auxquels participe activement le laboratoire.

Les experts matériaux-structures du Centre font partie de commissions de construction de la qualité des matériels spatiaux et d'évaluation des solutions techniques du programme HERMES.

La rédaction des règlements de certification des logiciels DO 178 mobilise des jeunes ingénieurs, spécialistes passionnés, en réunions sur les deux bords de l'Atlantique.

Les règles de justification des structures d'avions de combat en matériaux composites, discutées avec des partenaires américains, s'appuient sur l'expérience acquise au CEAT avec le programme spécifique V10F et le programme RAFALE.

Après avoir joué un rôle moteur dans la définition du programme de fatigue des matériaux TURBISTAN, le laboratoire, participe au sein de l'AGARD, à l'élaboration de critères de tolérances aux dommages dans les turbomachines.

Déjà impliqué dans deux C.T.P. lancés par le G.E.I.P., le laboratoire coopère à deux R.T.P. du programme EUCLID. La réparation des dommages de combat fait aussi l'objet d'une coopération bilatérale avec le CANADA.

In-service monitoring of the nation's fleet of military aircraft, about 800 planes, enables fatigue and damage to be calculated so that interventions and workshop repairs can be controlled.

The setting up of procedures for testing the inflammability and toxicity of materials used for the inside fittings of aircraft, using calorimeters standardized by the airworthiness authorities, has led to cross testing at international level.

Under the programme of in-flight exploration of lightning characteristics, the CEAT participated with ONERA in calibrating the measuring systems and interpreting the results. This field is also covered by an AFARP and a MWDDEA in which the laboratory is an active participant.

The Centre's materials-structures experts are members of the commissions for space Equipment quality and for evaluation of the technical solutions proposed for the HERMES programmes.

The drawing up of the DO 178 software certification regulations mobilizes enthusiastic young specialist engineers at meetings on either side of the Atlantic.

The justification rules for combat plane structures in composite materials, discussed with American partners, are based on experience gained at the CEAT on the specific V10F programme and on the RAFALE programme.

After being the driving force in the definition of the TURBISTAN materials fatigue programme, the laboratory is participating, within AGARD, in the elaboration of damage tolerance criteria for turbo machinery.

Already involved in two C.T.P.'s started by the G.E.I.P., the laboratory cooperates in two R.T.P.'s of the EUCLID programme. The repair of combat damage is also a subject of bilateral cooperation with CANADA.

Un expert du laboratoire d'avionique est appointé consultant de l'AGARD auprès d'un organisme portugais pour la mise au point de bancs de contrôle d'équipements.

Les spécialistes en analyse modale ont relevé la signature vibratoire des systèmes d'entraînement des antennes des radars du réseau STRIDA afin de surveiller régulièrement leur état mécanique.

Alors que les matériels aéronautiques sont soumis essentiellement à l'impact d'oiseaux et de grêlons, des éléments de trains à grande vitesse ont subi le choc de projectiles meurtriers tels les pavés.

Les bénéficiaires des essais peuvent être des industriels de toutes tailles et de tous pays. Ainsi de nombreuses épreuves de certification ont-elles porté sur des pneumatiques japonais, indiens, luxembourgeois, etc, sur le régulateur numérique (FADEC) d'un grand motoriste américain fournisseur d'AIRBUS ; un équipement de tête britannique, la verrière d'un avion de combat non européen, des matériaux italiens, témoignent de cette multiplicité de contacts.

Enfin ce panorama des activités diverses, doit être complété en mentionnant les enseignements prodigués par les ingénieurs du Centre dans les écoles aéronautiques, notamment l'ENSICA (Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Constructions Aéronautiques) à laquelle le CEAT est très étroitement associé, ainsi que la régularité des visites du Centre effectuées par les stagiaires et élèves de ces écoles.

AVENIR

Les moyens déjà existants au CEAT, ainsi que quelques-uns en cours de réalisation, lui donnent toutes les capacités nécessaires pour participer aux programmes militaires et civils aujourd'hui définis, qu'il s'agisse d'avions de transport (Airbus A330/340 et tous dérivés des A320 et ATR, nouveau Falcon, etc), d'avions de combat (prolongations d'appareils en service, RAFALE dans ses deux versions, etc.), ou d'hélicoptères de combat ou de transport de toutes tailles.

An expert from the avionics laboratory has been appointed AGARD consultant to a Portuguese organization for developing equipment inspection benches.

Modal analysis specialists have observed the vibration signature of the radar antenna drive systems in the STRIDA network so as to monitor their mechanical condition regularly.

Whereas the main impacts suffered by aeronautical equipment are due to birds and hailstones, parts of high speed trains have been subjected to deadly projectiles like cobblestones.

CEAT's tests are available to industrial enterprises of all sizes and from all countries. Many certification trials have been performed on Japanese, Indian, Luxembourg, etc. tyres, on the numerical governor (FADEC) from an important U.S. engine manufacturer providing supplies for AIRBUS, on a British headset, on the canopy of a non-European combat aircraft, on Italian equipment, all these are evidence of a multitude of contacts.

To put the finishing touch to this panorama of our diverse activities, I must mention the teaching done by engineers from the Centre in aeronautical schools, particularly ENSICA (Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Constructions Aéronautiques) with which the CEAT has very close ties, and the regular visits the Centre receives from trainees and students at these schools.

FUTURE

The facilities already existing at the CEAT, together with the few under construction, give it all the capability it needs to participate in the military and civil programmes defined today, whether they concern transport planes (Airbus A330/340 and all the planes derived from the A320 and ATR, the new Falcon, etc), combat aircraft (extensions of aircraft in service, both versions of the RAFALE, etc.) or combat or transport helicopters of all sizes.

Cette participation peut comporter les essais traditionnels d'aérodynamique (caractérisation basse vitesse, effet de sol, largages de charges, éjection) et de résistance des matériaux et des structures, ainsi que les épreuves devenues classiques de foudroiement ou de compatibilité électromagnétique, et naturellement la mise au point des systèmes énergétiques de bord (électricité, hydraulique, air conditionné).

Le CEAT prévoit cependant un fort développement, qu'il prépare, dans le secteur des systèmes numériques faisant appel à des fibres optiques, à de nouvelles interfaces homme-machine, gouvernés par des logiciels toujours plus complexes et plus coûteux à développer et à maintenir.

Les compétences acquises en aéronautique dans ce domaine devraient trouver des applications dans les matériels terrestres tels que les chars de combat et les lanceurs de missiles divers.

Dans le prolongement des travaux, études et essais, nécessités par les progrès techniques des moteurs aéronautiques, qui exigent des matériaux à plus hautes températures et de fiabilité accrue, le CEAT peut aborder les problèmes posés par les moteurs de fusées et par les structures très chaudes des navettes spatiales comme HERMES.

La participation aux programmes spatiaux est naturellement liée aux particularités de gestion résultant de leur totale internationalisation. Une adaptation à une telle situation est en tout état de cause indispensable pour participer également aux programmes de développement technologique lancés par les instances de coopération européennes, qu'il s'agisse de la Commission des Communautés (BRITE-EURAM par exemple), ou du GEIP avec EUCLID. En effet les moyens, l'expérience acquise, les méthodes de travail d'un établissement comme le CEAT le rendent tout particulièrement apte à contribuer au succès des travaux concernés par ces programmes. Ceux-ci répondent d'ailleurs à la mission étatique de renforcement de la base technologique sur laquelle s'appuient les industries aéronautiques et spatiales quelles que soient les finalités des matériels développés.

This participation can include conventional testing like aerodynamic (low speed characterization, ground effect, load dropping, ejection) tests and resistance tests for materials and structures, the lightning strike and electromagnetic compatibility tests which have become traditional, or, naturally, the adjustment of on-board power systems (electricity, hydraulics, air conditioning).

And yet, the CEAT is planning to go much further. It is preparing the development of computerized systems using optical fibres and new man-machine interfaces controlled by ever more complex software which is increasingly costly to develop and maintain.

The competence acquired in this field should find applications in ground-based equipment such as tanks and various missile launchers.

As an extension of the work, studies and tests required in order to achieve progress with in aeronautical engines, requiring higher temperature, and more reliable materials, the CEAT can now address the problems posed by rocket engines and the very hot structures of space shuttles like HERMES.

Any participation in space programmes is, of course, affected by the specific management feature inherent in totally internationalized ventures. It is, in any case, indispensable to adapt to his kind of situation in order to take part in the technological development programmes set in motion by the European cooperation authorities, whether they come under the European Communities Commission (e.g. BRITE EURAM), or the GEIP with EUCLID. The facilities, experience and working methods of an establishment like the CEAT make it particularly qualified to contribute to the success of the work involved in these programmes. Indeed, this is one way of fulfilling the state mission of reinforcing the technological basis on which the aeronautical and space industries are founded, whatever the final utilization of the equipment developed.

Ces programmes seront certainement l'occasion d'établir et de développer des relations avec les laboratoires universitaires et scientifiques de tous pays.

A plus long terme, mais peut être plus proche que certains le pensent, un nouveau programme d'avion de transport supersonique trouverait au CEAT tout l'héritage de CONCORDE, renforcé de moyens déjà étudiés pour s'adapter à la taille du projet.

L'avenir du CEAT s'inscrit en tout cas dans un cadre européen. C'est pourquoi il a pris l'initiative en 1989 de provoquer un colloque auquel ont participé onze organismes de huit pays européens différents. D'une meilleure connaissance des ressources et des projets de chacun pourra résulter à moyen et long terme une répartition des tâches optimisée par le jeu permanent de la coopération et d'une certaine concurrence stimulante.

En constituant un réseau de métier spécifique, ces centres peuvent mettre en commun des méthodologies, des normes, des référentiels de qualité, et favoriser ainsi l'interopérabilité des matériels, la simplification des procédures, la réduction des coûts, et la satisfaction des utilisateurs.

Il reste à s'assurer que les industriels des divers pays, aussi bien que leurs autorités gouvernementales de tutelle, auront à cœur de prendre en considération l'intérêt communautaire, et que les turbulences venues de l'extérieur ne seront pas assez fortes pour remettre ces perspectives en cause.

CONCLUSION

Le CEAT, malgré près d'un demi siècle d'existence de fait, est un établissement en pleine mutation. Les activités liées aux systèmes sont en voie de dépasser en importance celles liées à la cellule porteuse. L'ouverture sur l'Europe ne se limite plus aux contacts créés par les programmes en coopération bien connus. En même temps apparaît essentielle l'entrée dans le domaine spatial.

These programmes certainly provide an opportunity to establish and develop relations with scientific and university laboratories in all countries.

In the longer term, but perhaps sooner than some may think, a new supersonic airliner programme should assume the full heritage of CONCORDE at the CEAT, enhanced by facilities that have already been designed to adapt to the size of the project.

Come what may, the future of the CEAT lies in a European framework. It is for this reason that, in 1989, we took the initiative of holding a symposium in which eleven organizations from eight different countries of Europe participated. A better understanding of the resources and projects of each partner should, in the medium and long term, result in the optimization of the way tasks are distributed, through the constant interplay of cooperation and a certain amount of stimulating competition.

By constituting a specific professional network, these centres can pool methodology, standards and quality references, thus favouring the interoperability of equipment, the simplification of procedures, the reduction of costs, and the satisfaction of their users.

It remains to be ascertained whether the industries of the various countries and the government authorities supervising them have the true desire to take the interests of the community into consideration, and whether external pressure will prove strong enough to jeopardize these prospects.

CONCLUSION

The CEAT, in spite of actually having existed for nearly half a century, is a dynamic, expanding establishment. Its systems-linked activities are taking on more importance than those concerning the physical airframe. Its opening towards Europe is no longer limited to the contacts engendered by the well known cooperative programmes. The essential entry into the space field has also appeared at the same time.

Face à ces défis le CEAT dispose de laboratoires d'études d'essais et d'évaluation à la pointe du progrès. Dans cet espace pluridisciplinaire se rencontrent déjà services officiels, industriels, utilisateurs, et de plus en plus scientifiques. Leurs talents peuvent s'y conjuguer pour optimiser les technologies d'aujourd'hui et élaborer celles de demain. Les ingénieurs, techniciens, et tous les agents hautement qualifiés du CEAT, forts de leur expérience et des moyens qu'ils savent créer et mettre en oeuvre, se préparent à être un partenaire de haut niveau, en anticipant les programmes les plus ambitieux du 21ème siècle.

To face these challenges, the CEAT has design, test and assessment laboratories at the forefront of progress. This pluridisciplinary space is already the meeting place for official departments, industry, users, and a growing number of scientists. Their talents work together to optimize today's technologies and develop those of tomorrow. The scientists, engineers, technicians and all the highly qualified staff of the CEAT, with their experience and the facilities they know how to create and use, are ready to act as high level partners, in anticipation of the most ambitious programmes of the 21st century.

PLANCHE CEAT AVEC LOGO

Le Centre d'essais aéronautique de Toulouse est un organisme extérieur de la Direction des constructions aéronautiques. Il participe par ses moyens et ses compétences aux missions étatiques de cette Direction et contribue à lui donner la nécessaire indépendance de jugement pour l'évaluation des matériels présentés par les industriels pour l'équipement des Armées.

CEAT LOGO

The Centre d'Essais Aéronautiques de Toulouse is a separate body from the Direction des Constructions Aéronautiques. However, it contributes its resources and abilities to the state missions undertaken by this government department and provides it with the independence of judgement required for the evaluation of equipment items offered by manufacturers for Armed Forces procurement.

PLANCHE CHIFFRES

Quelques chiffres significatifs pour décrire sommairement l'établissement. On notera en particulier la valeur à neuf du patrimoine qui montre l'investissement considérable consenti ici par la Défense depuis plus de 40 ans avec continuité.

CHIFFRES

A few significant figures will help to give a picture of CEAT activities. Of particular note is the as-new value of the assets, which shows the considerable and continuous investment made in this area by the Ministry of Defence for over 40 years.

PLANCHES MISSIONS

Les attributions et les missions du CEAT sont définies par une instruction particulière (DGA DCAé du 27 août 1979).

MISSIONS

The terms of reference and the missions of the CEAT are described in a special instruction (DGA DCAé of 27 August 1979).

Les missions principales qui sont de nature étatiques, sont exercées au bénéfice :

The main missions, which are of a government nature, are performed on behalf of :

- des organismes de la DCAé,
- des autres directions et services de la DGA,
- d'autres départements ministériels français ou étrangers dans le cadre d'accords avec la Défense.

- DCAé bodies,
- other divisions and departments of the DGA,
- other French or foreign Ministerial departments as part of Defence agreements.

En mission complémentaire le centre participe à la mise au point des matériels par les constructeurs et à divers essais à leur demande. Dans ce cadre, l'Etat met ainsi à la disposition de l'industrie aéronautique contre remboursement ses moyens souvent uniques.

Additionally, the Centre assists manufacturers with equipment design and testing on request. Thus, in return for payment, the state provides the aeronautical industry with resources which are often unique.

PLANCHE VOCATION

La vocation du centre s'étend à tous les essais au sol à réaliser sur aéronef, à l'exception des essais sur propulseurs, sur armements actifs et sur les radars.

VOCATION

The brief of the Centre extends to all types of ground tests carried out on aircraft, except for engine testing, active weapon testing and the testing of radar systems.

Le centre a vocation à exploiter ses moyens aussi pour les matériels au sol associés aux aéronefs ainsi que pour des matériels développés pour d'autres directions de la DGA (pour toutes les ARMEES).

En 40 ans, le centre aura ainsi été impliqué dans tous les grands programmes aéronautiques nationaux et en coopération et dans les systèmes de défense.

PHOTOS : MIR 2000, RAFALE, SUP ETENDARD, HAP HAC, HAD, HADES, PONTS ETAS

PHOTOS FILIERES

Le CEAT a une grande expérience dans quatre grandes filières technologiques.

STRUCTURE, c'est ici l'image très connue du centre ; on notera qu'elle ne représente que 34 % de son activité soit un poids comparable à l'activité enregistrée dans la filière EQUIPEMENTS et SYSTEMES moins médiatique mais très riche en technologies émergentes et dont l'impact dans les programmes d'armement devient prépondérante tant en terme de coût qu'en terme d'enjeux.

PHOTOS : ESSAIS FOUDRE; LOGICIEL, AEROTHERMODYNAMIQUE, ELECTROMAGNETIQUE

Dans le domaine des MATERIAUX le centre situe son action parfois très en amont des matériels, à la frontière de la recherche appliquée.

PHOTOS : ESSAIS DE REFRAC- TAIRES, CERAMIQUES, COMPOSITES

L'activité aérodynamique est proche de la conception plus que de l'évaluation.

PLANCHES PROGRAMMES AERO- NAUTIQUES

Ces deux planches décrivent de manière schématique le déroulement d'un programme aéronautique.

The Centre is expected to use its resources both for the ground equipment associated with aircraft and for equipment developed for other divisions of the DGA (for all the armed services).

In the last 40 years the Centre has been involved in all the major national aeronautical programmes as well as in cooperative defence system programmes.

FILIERES

CEAT experience covers 4 main technological fields.

STRUCTURES, this is the most well known aspect of the Centre. It represents only 34% of its activity, however, which is comparable to the activity recorded in the EQUIPMENT and SYSTEMS branch, which, although receiving less media coverage, is very rich in emerging technologies, and whose impact on armament programmes is becoming predominant, both in terms of cost and payoff.

PHOTOS : LIGHTNING TESTS, SOFTWARE TESTS, AEROTHERMODYNAMIC TESTS, ELECTROMAGNETIC TESTS

In the field of MATERIALS, the Centre is often active very early in the process, at the frontiers of applied research.

PHOTOS : TESTS ON REFRACTORY MATERIALS, CERAMICS AND COMPOSITES

Aerodynamic activity is closer to design than to assessment.

AERONAUTICAL PROGRAMMES

These two figures illustrate the execution of an aeronautical programme.

On y voit la position de la Direction des constructions aéronautiques et des centres d'essais. Le CEAT est ainsi impliqué dans toute la vie des programmes militaires.

Il intervient, en osmose très étroite avec les services techniques dans toutes les démarches d'évaluation des techniques, des matériaux et des matériels ou pour l'étude de tout problème technique rencontré tant en développement qu'en démonstration, voire en utilisation.

L'expertise du centre en fait ainsi, pour les services techniques et pour les Etats Majors un conseil précieux face aux experts du constructeur concepteur.

PLANCHE EUROPE

Le Centre a une vocation première évidente, l'aéronautique. Il s'attache toutefois à ne pas avoir une vision étroite de cette vocation et inscrit ses démarches vers l'avenir dans une perspective de large ouverture de ses capacités au profit de toute la DGA et toutes les Armes, et de l'Espace.

La veille technologique et les investissements doivent donc couvrir les domaines voisins du besoin de base et ne pas, dès l'origine, limiter les besoins de développements qui apparaîtront souhaitables.

Le champs de technologie que doit surveiller le CEAT couvre ainsi l'aéronautique militaire, l'aéronautique civile, les besoins voisins de toutes les Armes et l'Espace.

Le champs d'activité du CEAT de plus, déborde aujourd'hui largement les frontières et dans presque tous les programmes prend une dimension au moins européenne.

The position of the Direction des Constructions Aéronautiques and that of the Test Centres emerges clearly. It can be seen that the CEAT is involved throughout the lifetime of military programmes.

The Centre acts in very close cooperation with the various technical departments at all stages of the evaluation of techniques, materials and equipment, or for the examination of any technical problem encountered either during development, demonstration or use.

The know-how possessed by the Centre makes it a valuable adviser to government technical departments and General Staffs confronted by experts appointed by designer-manufacturers.

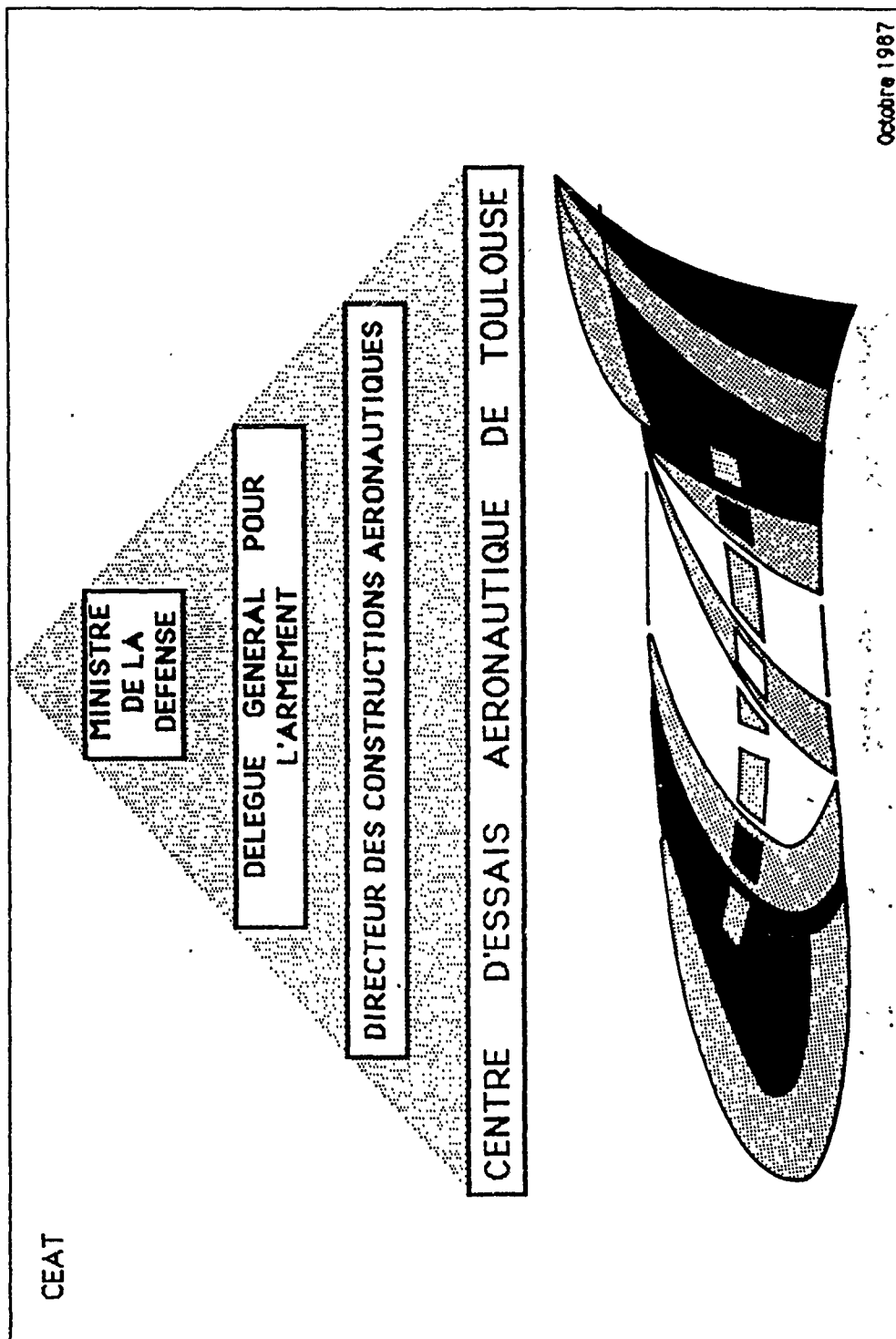
EUROPE

The Centre has one main vocation, aeronautics. It tries however to avoid having a narrow view of this vocation and orients its approach to the future along broad lines of cooperation and services rendered to the whole of the DGA, the armed forces and the Space community.

Investments and technology watch must therefore cover the fields adjacent to the basic requirement and not, from the outset, limit those development requirements which seem desirable.

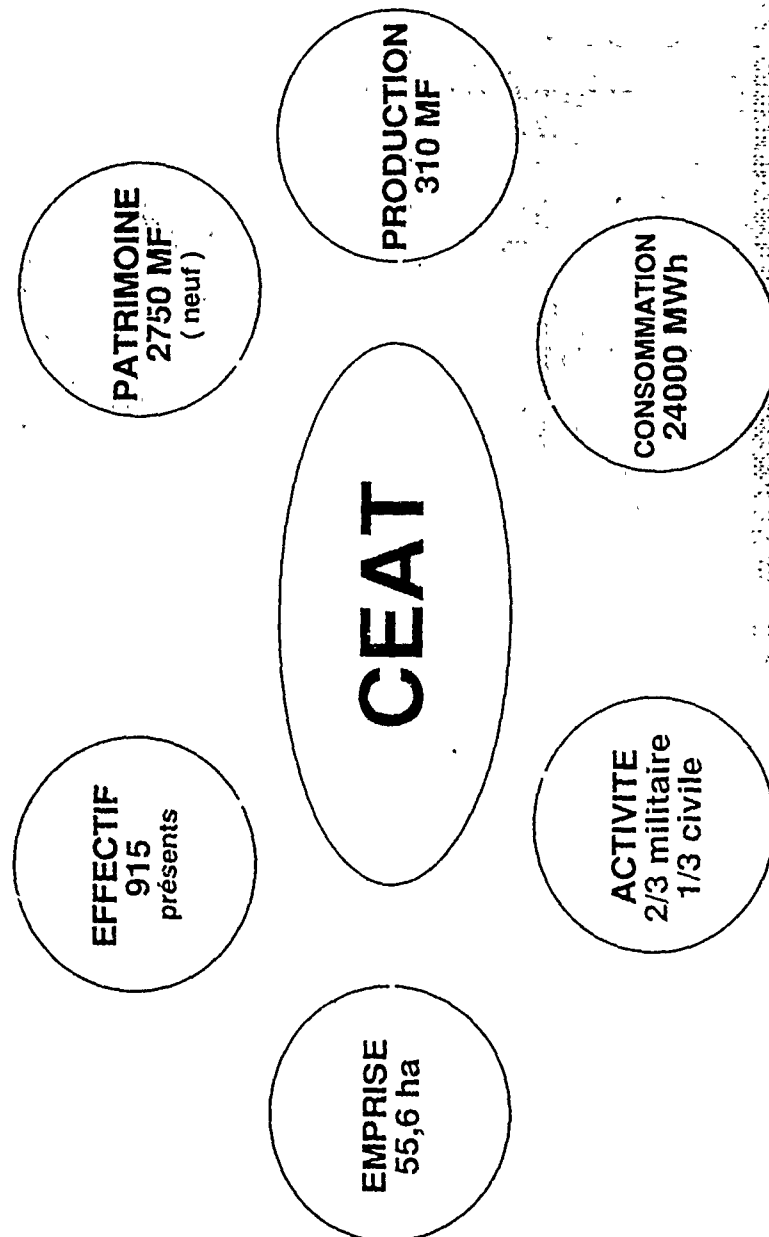
The technology fields monitored by the CEAT thus cover military and civil aeronautics and the related requirements of weapon systems and space.

The fields of activity at the CEAT are very wide and almost all programmes have a european if not international dimension.



QUELQUES CHIFFRES

A FEW FIGURES



MISSIONS PRINCIPALES

MAIN MISSIONS

- 1 — Evaluation officielle des matériels et des matériaux de sa compétence au moyen d'essais au sol.
- 2 — Réalisation d'essais, d'études et de mise au point.
- 3 — Participation aux essais de développement, de mise au point ou autres, de matériels par les constructeurs.
- 4 — Conseil auprès des services techniques.
- 5 -- Participation à l'évolution de la réglementation aéronautique.
- 6 — Conception et mise au point des méthodes d'essai et des installations techniques.
- 7 — Contribution au fonctionnement de l'Ecole **N**ationale Supérieure d'Ingénieurs de **C**onstrutions **A**éronautiques.

**POURCENTAGE DE L'ACTIVITE
DE L'ETABLISSEMENT***

ACTIVITY BREAKDOWN

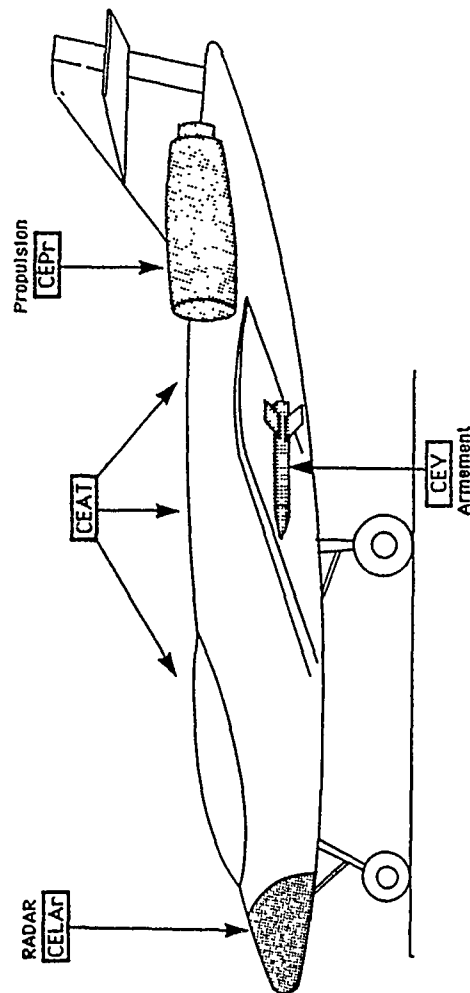
Essais " Amont " généraux ou préparatoires	MILITAIRES	38 %
	CIVILS	10 %
Essais directement en relation avec un programme	MILITAIRES	22 %
	CIVILS	21 %

Activités diverses 9 %

* Résultats 1988

VOCATION DU CEAT - ESSAIS AU SOL AERONEFS MILITAIRES ET CIVILS

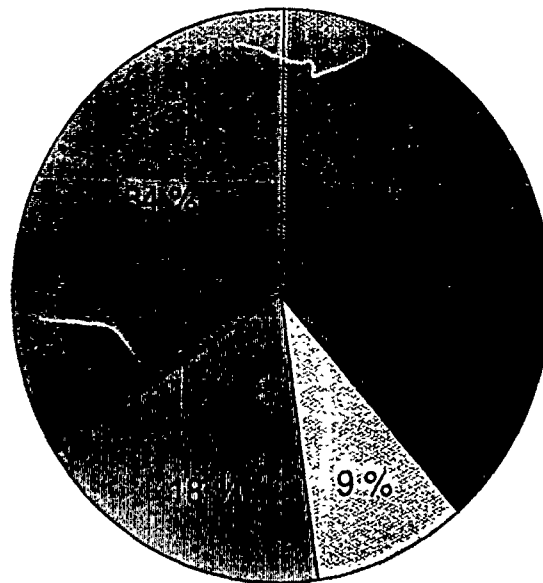
VOCATION OF THE CEAT - GROUND TESTING OF CIVIL AND MILITARY AIRCRAFT



MAIS AUSSI	MATÉRIELS SOL ASSOCIÉS	NON AÉRO MIL. DCN. DAT	ESPACE	NON AÉRO CIVIL
---------------	---------------------------	---------------------------	--------	-------------------

**POIDS DES DIVERSES FILIERES
DANS L'ACTIVITE DU CEAT**

**IMPORTANCE OF THE VARIOUS BRANCHES
OF CEAT ACTIVITY**

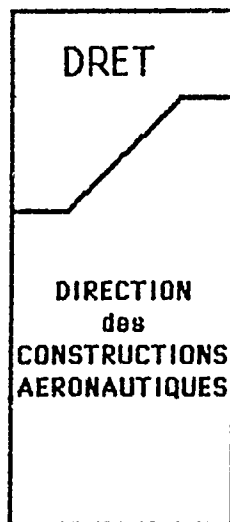


- STRUCTURES
- MATERIAUX
- AERODYNAMIQUE
- EQUIPEMENTS ET SYSTEMES

**PROGRAMMES AERONAUTIQUES
REPARTITION DES TACHES
(SCHEMATIQUE)**

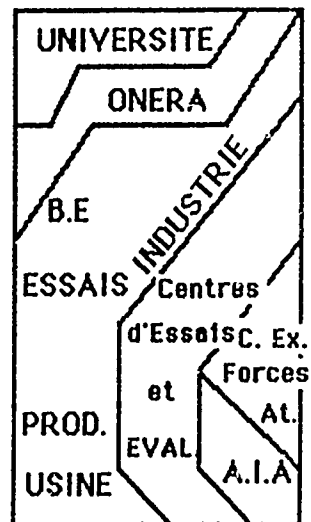
**AERONAUTICAL PROGRAMMES
TASK SHARE**

RESPONSABILITE



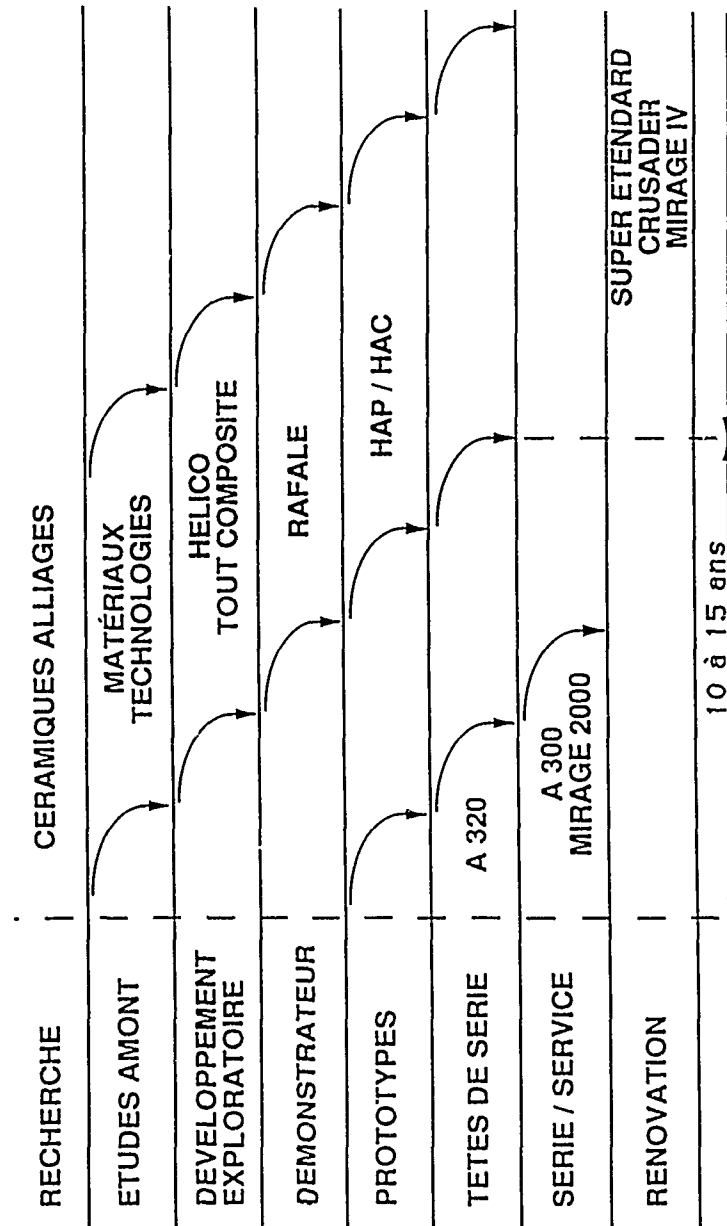
RECHERCHES
ETUDES AMONT
DEV. EXPLO.
DEMONSTRATEUR
PROTOTYPE
TETE DE SERIE
SERIE
RENOVATION

EXECUTION



**PROGRAMMES D'ARMEMENT
UN PROCESSUS CONTINU D'AVANCEE TECHNIQUE**

**ARMAMENT PROGRAMMES
A CONTINUOUS PROCESS OF TECHNICAL ADVANCE**



CEAT

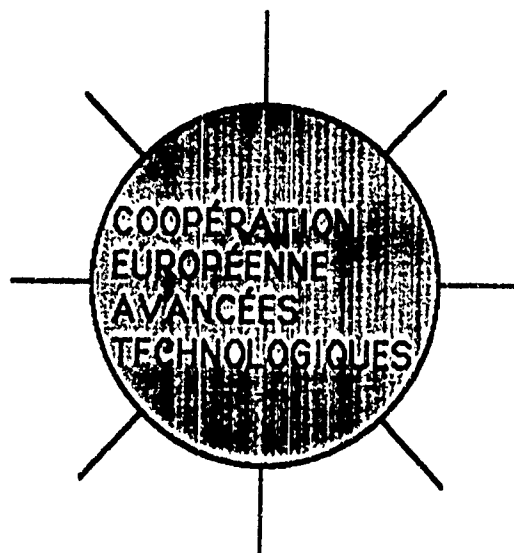
1942

COMPETITIVITE

QUALITE

METHODES

MOYENS

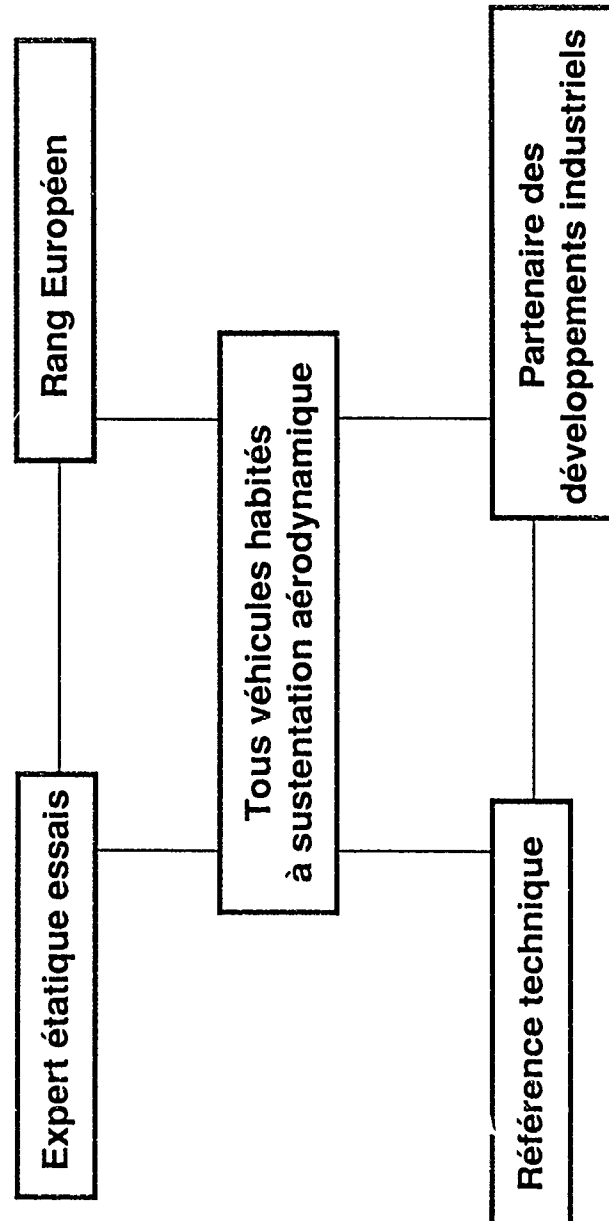


1992

Octobre 1987

AVENIR (OBJECTIFS)

THE FUTURE (AIMS)



MOYENS D'ECHELLE EUROPEENNE

EUROPEAN SCALE RESOURCES

FILIERE MATERIAUX - TECHNOLOGIE - STRUCTURES

"du produit de base à la structure complète d'avion"

COMPLEXE AERO-THERMODYNAMIQUE "HERS 2"

"applications diversifiées de la simulation réaliste d'ambiance"

SITES D'AGRESSIONS ELECTROMAGNETIQUES

"de l'équipement à l'avion pour toutes les menaces"

TOUTE LA FONCTION ATERRISSEUR

"pneus, roues, freins, amortisseurs, du plus petit au plus gros aéronef"

LE CENTRE D'ETUDES ET DE RECHERCHES DE TOULOUSE (CERT) ETABLISSEMENT DE L'OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE RECHERCHES AEROSPATIALES (ONERA)

Ingénieur Général de l'Armement PEYRARD Directeur.

TOULOUSE RESEARCH AND STUDIES CENTER (CERT) OF THE OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE RECHERCHES AEROSPATIALES (ONERA)

Le CERT (Centre d'Etudes et de Recherches de Toulouse) a été créé en 1968, lors du transfert de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace (ENSAE) de Paris à Toulouse. Ce fut, à l'époque, le premier Centre de Recherche en France implanté près d'une Ecole pour lui apporter son appui en matière d'enseignement.

Pendant une dizaine d'années les deux entités furent dirigées par un seul directeur, et ce n'est qu'en 1978 que furent instituées deux directions distinctes, sans cependant remettre en cause les liens étroits établis entre l'Ecole et le CERT.

Etablissement de l'Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales (ONERA), Etablissement Public à caractère industriel et commercial sous tutelle de la Défense, le CERT a une double vocation :

- effectuer des recherches orientées vers les industries aéronautiques, spatiales et de défense ;
- apporter à l'école (ENSAE) l'appui d'un établissement de recherche en participant à ses activités d'enseignement.

Les recherches menées au CERT sont donc, dans une large mesure, des recherches à caractère appliqué. Leurs domaines d'application sont préférablement l'aéronautique, l'espace et la défense, sans écarter le cas échéant d'autres domaines susceptibles de bénéficier des compétences développées dans le cadre de la mission principale du Centre.

The CERT (Centre d'Etudes et de Recherches de Toulouse) was created in 1968 when the Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace (ENSAE) was transferred from Paris to Toulouse. At that time it was the first research centre in France in order located close to an engineering school to provide it with the support of teaching activities.

For some ten years both establishments have been controlled by one executive manager only until 1978 when two distinct managements were created without, however calling the close links between the School and the CERT into question.

As a branch of the Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales (ONERA) and as a public department under Defense trusteeship with industrial and commercial characteristics, the CERT dual vocation is to :

- carry out research orientated towards the aeronautics, space and defense industry ;
- provide the school (ENSAE) with the support of a research centre by taking part in its activities.

Thus for a large part, the CERT studies deal with applied scientific research. Preferential fields are aeronautics, space and defense but also other industrial sectors which might benefit from the skills developed within the framework of the Centre main programme.

Son activité de soutien à l'école (ENSAE) se traduit par une participation importante de son personnel (environ 120 personnes) aux activités d'enseignement et de formation. En contrepartie le CERT bénéficie d'un nombre important de stagiaires de thèse longue durée (3 à 4 ans) et de chercheurs enseignants exerçant au CERT une activité de recherche à temps partiel.

Les moyens

350 personnes environ travaillent au CERT dans des conditions diverses (temps plein, temps partiel, stage longue durée). Sur ces 350 personnes, 230 ingénieurs et 60 techniciens se consacrent aux activités de recherche. Ils bénéficient d'une gamme étendue de moyens de traitement de l'information allant de la station de travail jusqu'à un super ordinateur scientifique CRAY XMP récemment implanté.

Ils s'appuient en outre sur des installations techniques très diversifiées et le plus souvent originales, comme :

- des souffleries de recherche sub, trans et hypersonique,
- une soufflerie à induction pressurisée cryogénique à parois adaptables, unique au monde,
- des laboratoires de robotique, de débitmétrie, d'hydrodynamique, d'optique, d'acoustique, etc.

Le budget de fonctionnement

Le budget de fonctionnement 1990 est de l'ordre de 160 millions de francs consacrés approximativement pour :

- 1/4 aux recherches à finalité aéronautique (civile et militaire) ;
- 1/4 aux activités liées aux systèmes militaires ;
- 1/5 aux activités relatives à l'espace ;

le reste étant consacré à des finalités multiples.

Ce budget est constitué de 2 types de ressources :

- 1) Une allocation, d'origine Défense, destinée à soutenir principalement des activités de recherche de base.

Its support to the school (ENSAE) implies an important staff participation (about 120 persons) in teaching and training activities. On the other hand the CERT benefits from the skills of a large number of engineers preparing a Doctoral thesis (3 to 4 years) and of teachers with part-time research activities at the CERT.

Means

The CERT employs about 350 people who work in various conditions (full time, part time, engineers preparing a Docteur-Ingénieur thesis). Among these 350 persons, 230 engineers and 60 technicians are engaged in research activities. They use a wide range of data processing equipment, from work stations to the recently installed CRAY XMP super scientific computer.

Moreover, the available technical installations are varied and most of the time unique, such as :

- sub, trans and hypersonic wind-tunnels ;
- a cryogenic pressurized induction operated windtunnel with self-adaptative walls which is unique in the world ;
- laboratories for robotics, flow measurement, hydrodynamics, optics, acoustics, etc.

Operating budget

The 1990 operating budget is around 160 millions francs of which :

- 1/4 to aeronautics orientated research (civil and military) ;
- 1/4 to activities related to military systems ;
- 1/5 to activities related to space ;

the balance being assigned to various purposes.

This budget comprises 2 types of resource :

- 1) A grant from the French M.O.D. meant to mainly support basic research activities.

Elle représente environ 20 % du budget.

- 2) Des ressources d'origine contractuelle, venant de la Défense, du Secteur Public civil, des Industriels et de l'Etranger (CEE principalement). Elles représentent 80 % du budget.

Les grands axes de recherche

Les activités du CERT reposent, comme l'indique le tableau suivant, sur 7 départements dont 6 sont relatifs à des domaines de compétence, et 1 (le département de Technologie Spatiale) est relatif à une finalité : l'étude des effets de l'environnement spatial.

Département d'Etudes et de Recherches en Aérothermodynamique (DERAT)

Il est formé d'une équipe de 18 ingénieurs de recherche et 11 ingénieurs stagiaires.

Une partie importante de ses activités porte sur l'étude fondamentale des écoulements visqueux et turbulents rencontrés dans divers problèmes en aérodynamique : couches limites instationnaires, écoulement cisailés tridimensionnels, transition laminaire-turbulent, couches limites en écoulement hypersonique.

A ce titre le DERAT développe des méthodes de calcul qu'il diffuse aux utilisateurs du domaine de l'Aéronautique. Parallèlement, des études expérimentales destinées à améliorer la compréhension des phénomènes sont menées dans les souffleries installées au CERT. Le DERAT utilise aussi pour ces études les moyens offerts par la soufflerie subsonique F2 qui est implantée sur le site du FAUGA-MAUZAC et qui fonctionne avec le concours de la Direction des Grands Moyens d'Essais de l'ONERA.

Une autre partie de ses activités porte sur l'analyse des phénomènes aérodynamiques observés dans le domaine transsonique en insistant tout particulièrement sur les effets du nombre de Reynolds.

It represents about 20 % of the budget.

- 2) Contract resources from the French M.O.D., Government Services, Industry and Foreign countries (EEC principally). These represent 80 % of the budget.

Principal research orientations

As can be seen from the following diagram, CERT activities are carried out by 7 departments ; 6 of them devote their activities to different capabilities and one department (Space Technology) is related to a single specific field : the study of space environment effects.

Department for Studies and Research in Aerothermodynamics (DERAT)

It employs a staff of 18 research engineers and 11 trainee engineers.

An important share of its activities is based on fundamental research into the viscous and turbulent flows encountered in various aerothermodynamics problems : unsteady boundary layers, three-dimensional shear flows, laminar to turbulent transition, boundary layer in hypersonic flow.

In this same area, the DERAT develops calculation methods which are then passed to different users in the aeronautical field. In parallel, experimental studies intended to improve the understanding of aerodynamics phenomena are carried out in the CERT windtunnels ; for this research the DERAT also uses the FAUGA-MAUZAC F2 subsonic windtunnel devices which work with the help of the ONERA Large Test Facilities Department.

Another part of its activities deals with the analysis of aerodynamics phenomena observed in the transonic field with special emphasis on Reynolds number effects.

Le DERAT dispose à cet effet de la soufflerie T2 à induction, pressurisée, cryogénique et munie de parois adaptables. Conçue initialement comme l'installation pilote destinée à étudier de nouvelles techniques d'essais, la soufflerie T2 est devenue un instrument de mesures à part entière constituant un élément précieux pour les études détaillées des écoulements transsoniques, vivement appréciée et largement utilisée par la communauté scientifique internationale.

Le Département d'Etudes et de Recherches en Mécanique et Energétique des Systèmes (DERMES)

Il est constitué d'une équipe de 18 ingénieurs auxquels il convient d'ajouter une dizaine de stagiaires de thèse.

Les activités de ce département qui met en oeuvre les compétences conjointes de mécaniciens des fluides, thermiciens et électroniciens sont organisées autour des principaux thèmes suivants :

- Systèmes de mesures et visualisations dans les fluides :

- mise au point de dispositifs de visualisation et de traitement d'images visibles ou infrarouge appliqués au suivi d'objets et aux mesures dans les écoulements.

- Etudes en mécanique des fluides et acoustique :

- analyse expérimentale et modélisation d'écoulements cisailés instationnaires ;
- études des structures d'écoulements complexes associées aux mesures débitométriques et aux phénomènes de convection naturelle ;
- études en acoustique aérienne ou en milieu liquide à base de méthodes expérimentales d'imagerie par intensimétrie.

- Etudes en aérothermique et en énergétique :

- analyse expérimentale et modélisation des mécanismes de base liés aux phénomènes d'injection et de vaporisation ;

For this purpose the DERAT has the T2 pressurized cryogenic induction wind-tunnel equipped with self-adaptive walls. Initially designed as a pilot installation for new test technique studies, the T2 windtunnel has become a measuring instrument in its own right which is now a precious tool for transonic flow detailed studies, highly praised and broadly used by the international scientific community.

Department for Studies and Research in Mechanics and Systems Energetics (DERMES)

The Department employs a staff of 18 research engineers. In addition there are some 10 student engineers preparing theses.

The activities of this department which involve specialists in fluid mechanics, heat transfer and electronics are organized around the following major themes :

- Measurements and visualization in fluids systems :

- setting-up of displays for visualization and processing of visible or infra-red images applied to the tracking of objects and measurements in fluid flows.

- Studies in fluid mechanics and acoustics :

- experimental analysis and modelling of unsteady shear flows ;
- studies of complex flow structures combined with flow rate measurement and natural convection phenomena.
- studies in aerial or liquid acoustics based on experimental methods of imagery by intensimetry.

- Studies in aerothermics and energetics :

- experimental analysis and modelling of fundamental mechanisms related to injection and vaporisation phenomena ;

- étude des structures d'écoulements associées à la modélisation des chambres de combustion ;
- études des lois de transfert thermique pariétal.

Département d'Etudes et de Recherches en Automatique (DERA)

Il est actuellement composé d'une équipe de 39 ingénieurs auxquels il convient d'ajouter une vingtaine d'ingénieurs stagiaires.

La vocation du DERA est de traiter tous les problèmes liés à la conception des systèmes de commande. Elle exige un haut niveau théorique des ingénieurs de recherches, en liaison très étroite avec la réalité industrielle. Les recherches ainsi conduites sur le plan fondamental et sur celui des applications ont permis au département de prévoir et d'accompagner l'importante évolution de l'automatique depuis l'étude des asservissements jusqu'à celle des systèmes.

L'activité du département se répartit sur trois axes :

- commande automatique des véhicules et des engins ;
- automatisation de la production et robotique ;
- recherches de base et développement d'outils méthodologiques et pratiques.

Cette classification met en évidence la caractéristique fondamentale du DERA qui est d'effectuer le transfert des connaissances théoriques vers les applications et, en retour, d'orienter la recherche en fonction des besoins industriels.

Le Département d'Etudes et de Recherches en Informatique (DERI)

Les activités d'études et de recherches du DERI sont assurées par 36 ingénieurs auxquels il convient d'ajouter une quinzaine de stagiaires de thèse.

Les activités de ce département sont organisées autour de cinq grands thèmes :

- sécurité informatique ;

- study of the flow structures associated with the modelling of combustion chambers ;
- study of the laws on heat transfer on the walls of combustion chambers.

Department for Studies and Research in Automatic Control (DERA)

The department now employs a staff of 39 engineers. In addition there are some 20 student engineers preparing theses.

The objective of the department is to deal with all the problems encountered during the design of control systems. Therefore the engineers are required to have a strong theoretical foundation while remaining in close contact with industry. The basic research carried out in the department and its practical applications have enabled the DERA to anticipate and to support the important evolution in automatic control from servocontrols to systems science.

The activity of the department is divided into three main fields :

- automatic control of vehicles and missiles ;
- automation of production processes and robotics ;
- basic research and development of methodological and practical tools.

This classification emphasizes the uniqueness of the DERA, whose aim is to facilitate the transfer of theoretical knowledge to its practical applications and, in return, to orientate research in response to the needs of industry.

Department for Studies and Research in Computer Science (DERI)

This department employs 36 engineers. In addition there are some fifteen student-engineers preparing theses.

The activities of the department are based on five main themes :

- computer security ;

- architecture de machines ;
- traitement avancé de l'information (bases de données déductives et intelligence artificielle) ;
- analyse numérique ;
- génie logiciel.

Notons que les activités d'Intelligence Artificielle sont menées au sein d'un groupe (Groupe d'Intelligence Artificielle - GIA -) qui a pour charge de coordonner et d'animer les activités de l'Office en matière d'intelligence artificielle. Ce groupe est formé d'ingénieurs et de stagiaires de thèse des départements d'Informatique et d'Automatique du CERT et de la Direction des Etudes de Synthèse, ainsi que de la Direction des Moyens Informatiques implantées à Châtillon.

Le Département d'Etudes et de Recherches en Micro-Ondes (DERMO)

L'effectif de ce département est de 19 ingénieurs et 6 stagiaires de thèse.

Avions, missiles, navires, véhicules spatiaux et même terrestres, ne peuvent être mis en oeuvre que grâce à des moyens de télécommunication et de détection perfectionnés. C'est pourquoi le DERMO a été conduit à se spécialiser dans les études concernant ces divers systèmes, avec des finalités militaires pour la plupart.

Les besoins d'une plus grande directivité pour les antennes, d'une bande passante élargie pour les systèmes, se traduisent par un recours croissant aux fréquences les plus élevées du spectre radioélectrique -les bandes millimétriques- pour lesquelles le département a acquis un savoir-faire reconnu.

Son activité comporte également une part importante de travaux d'électromagnétisme théorique indispensable à la conception et à la mise en oeuvre des applications ; méthodes de calcul, choix de matériaux, évaluation de composants.

L'équilibre entre les activités théoriques et expérimentales se retrouve dans le regroupement autour de 4 pôles :

- antennes et rayonnement ;

- architecture of machines ;
- advanced information processing (deductive data bases and artificial intelligence) ;
- numerical analysis ;
- software engineering.

It should be noted that a special group has been formed for AI activities (Artificial Intelligence Group : GIA). Its mission is orientated towards the coordination and animation of ONERA as far as artificial intelligence is concerned. This group includes engineers and student-engineers from the CERT Departments in Computer Science and in Automatic Control and from the Synthesis Studies Office together with the Computer Science Resources Office located in Châtillon.

Department for Studies and Research in Micro-Waves (DERMO)

This department employs 19 engineers and 6 student-engineers.

Airplanes, missiles, ships, space vehicles and even ground vehicles can only be efficiently operated with high quality communication and detection equipment. This is why the DERMO is deeply involved in studies dealing with such systems and for a large part of them under military specifications.

The need for higher directivity for antennas or a larger bandwidth for systems leads to the use of higher frequencies in the radio spectrum -the millimeter wavelengths, of which the department has acquired recognised know-how.

In addition it also works in theoretical electromagnetism for the study, design and implementation of its applications, computing methods, materials selection and evaluation of components.

The balance between theoretical and experimental activities is achieved by a breakdown into 4 main centres of interest :

- antennas and radiation ;

- dispositifs intégrés ;
- matériaux et mesures ;
- systèmes de détection.

Le Département d'Etudes et de Recherches en Optique (DERO)

Le DERO a été créé en 1971 sous le nom de département en Physique. Les premiers travaux entrepris ont amenés très tôt son personnel à approfondir ses connaissances en optique et spécialement en optique cohérente. Ensuite sa participation aux projets CNES concernant l'observation de la Terre l'a incité définitivement à s'orienter vers l'optique. Devenu département d'Optique en 1974, il est formé d'une équipe de 28 personnes, dont 17 ingénieurs de recherche et 3 ingénieurs stagiaires.

L'activité de ce département a évolué en fonction des besoins qui se faisaient sentir dans la recherche appliquée en optique et en optoélectronique. Elle peut être classée aujourd'hui en quatre grandes rubriques :

- application de l'optique à l'étude des phénomènes aérodynamiques et atmosphériques ;
- utilisation de l'optique dans la recherche spatiale ;
- liaisons optiques, instrumentation et traitement d'images ;
- calcul numérique optique.

Le Département d'Etudes et de Recherches en Technologie Spatiale (DERTS)

Ce département, formé d'une équipe d'une trentaine de personnes, dont 16 ingénieurs de recherche et 4 ingénieurs stagiaires, a été créé dès 1967 à l'initiative du Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) pour traiter les problèmes liés à l'emploi de matériaux, composants et sous-systèmes de la technologie spatiale dans les conditions caractéristiques de l'environnement de vol.

L'environnement spatial inclut les particules telles que électrons, protons et rayonnements cosmiques, le spectre solaire, les météorites et débris et certains phénomènes liés à l'atmosphère en orbite basse (oxygène atomique) ou au niveau de vol des ballons.

- integrated devices ;
- materials and measurements ;
- detection systems.

Department for Studies and Research in Optics (DERO)

The DERO was created in 1971 as the Department for Studies and Research in Physics. The early work of the department led the personnel to specialize in optics and particularly in coherent optics. Later on, its participation in CNES projects on the Earth observation led the department to orientate towards optics only. In 1974 it became the DERO and now employs 28 persons, of which 17 research engineers and 3 student engineers.

The activity of this department has evolved according to the needs of applied research in optics and optoelectronics. Today it can be classified under four main headings :

- application of optics to the study of aerodynamics and atmospheric phenomena ;
- use of optics in space research ;
- optical fibers, instrumentation and image processing ;
- optical digital computing.

Department for Studies and Research in Space Technology (DERTS)

This department is composed of a team of 30 persons, of which 16 are research engineers and 4 student engineers. The DERTS was created in 1967 at the initiative of the CNES (Space Centre) to deal with problems related to the use of materials, components and subsystems of space technology in the typical conditions of flight environment.

Space environment includes particles such as electrons, protons and cosmic rays, solar spectrum, meteorites and debris and certain phenomena linked to low orbit atmosphere or balloon flight levels (atomic oxygen) ; balloons are also concerned.

L'activité porte sur des travaux destinés à simuler l'environnement, prévoir les dégradations, caractériser et qualifier les matériaux et composants. Elle s'appuie sur des études ayant pour but de connaître et éventuellement de modéliser les processus physiques ou chimiques mis en jeu dans les interactions entre l'environnement spatial et les matériaux.

Des activités à finalité non exclusivement spatiale se sont développées, en particulier dans le domaine des matériaux semi-conducteurs et des couches minces. Cependant, 90 % de l'activité du département concerne l'Espace.

The work concerns simulation of the environment, prediction of deterioration and the characterisation and qualification of materials and components. It is based on studies aimed at achieving an understanding of the physical and chemical processes at work in the interaction between materials and the space environment, and possibly the modelling of these processes.

Some studies, which are not ultimately directed towards Space technology have also developed particularly in the field of semi-conductors and thin-film materials. However, 90 % of department activity is directed towards space.

22. A. 23. B. 24. C. 25. D. 26. E. 27. F. 28. G. 29. H. 30. I. 31. J. 32. K. 33. L. 34. M. 35. N. 36. O. 37. P. 38. Q. 39. R. 40. S. 41. T. 42. U. 43. V. 44. W. 45. X. 46. Y. 47. Z. 48. AA. 49. AB. 50. AC. 51. AD. 52. AE. 53. AF. 54. AG. 55. AH. 56. AI. 57. AJ. 58. AK. 59. AL. 60. AM. 61. AN. 62. AO. 63. AP. 64. AQ. 65. AR. 66. AS. 67. AT. 68. AU. 69. AV. 70. AW. 71. AX. 72. AY. 73. AZ. 74. BA. 75. BB. 76. BC. 77. BD. 78. BE. 79. BF. 80. BG. 81. BH. 82. BI. 83. BJ. 84. BK. 85. BL. 86. BM. 87. BN. 88. BO. 89. BP. 90. BQ. 91. BR. 92. BS. 93. BT. 94. BU. 95. BV. 96. BW. 97. BX. 98. BY. 99. BZ. 100. CA. 101. CB. 102. CC. 103. CD. 104. CE. 105. CF. 106. CG. 107. CH. 108. CI. 109. CJ. 110. CK. 111. CL. 112. CM. 113. CN. 114. CO. 115. CP. 116. CQ. 117. CR. 118. CS. 119. CT. 120. CU. 121. CV. 122. CW. 123. CX. 124. CY. 125. CZ. 126. DA. 127. DB. 128. DC. 129. DD. 130. DE. 131. DF. 132. DG. 133. DH. 134. DI. 135. DJ. 136. DK. 137. DL. 138. DM. 139. DN. 140. DO. 141. DP. 142. DQ. 143. DR. 144. DS. 145. DT. 146. DU. 147. DV. 148. DW. 149. DX. 150. DY. 151. DZ. 152. EA. 153. EB. 154. EC. 155. ED. 156. EE. 157. EF. 158. EG. 159. EH. 160. EI. 161. EJ. 162. EK. 163. EL. 164. EM. 165. EN. 166. EO. 167. EP. 168. EQ. 169. ER. 170. ES. 171. ET. 172. EU. 173. EV. 174. EW. 175. EX. 176. EY. 177. EZ. 178. FA. 179. FB. 180. FC. 181. FD. 182. FE. 183. FF. 184. FG. 185. FH. 186. FI. 187. FJ. 188. FK. 189. FL. 190. FM. 191. FN. 192. FO. 193. FP. 194. FQ. 195. FR. 196. FS. 197. FT. 198. FU. 199. FV. 200. FW. 201. FX. 202. FY. 203. FZ. 204. GA. 205. GB. 206. GC. 207. GD. 208. GE. 209. GF. 210. GG. 211. GH. 212. GI. 213. GJ. 214. GK. 215. GL. 216. GM. 217. GN. 218. GO. 219. GP. 220. GQ. 221. GR. 222. GS. 223. GT. 224. GU. 225. GV. 226. GW. 227. GX. 228. GY. 229. GZ. 230. HA. 231. HB. 232. HC. 233. HD. 234. HE. 235. HF. 236. HG. 237. HH. 238. HI. 239. HJ. 240. HK. 241. HL. 242. HM. 243. HN. 244. HO. 245. HP. 246. HQ. 247. HR. 248. HS. 249. HT. 250. HU. 251. HV. 252. HW. 253. HX. 254. HY. 255. HZ. 256. IA. 257. IB. 258. IC. 259. ID. 260. IE. 261. IF. 262. IG. 263. IH. 264. II. 265. IJ. 266. IK. 267. IL. 268. IM. 269. IN. 270. IO. 271. IP. 272. IQ. 273. IR. 274. IS. 275. IT. 276. IU. 277. IV. 278. IW. 279. IX. 280. IY. 281. IZ. 282. JA. 283. JB. 284. JC. 285. JD. 286. JE. 287. JF. 288. JG. 289. JH. 290. JI. 291. JJ. 292. JK. 293. JL. 294. JM. 295. JN. 296. JO. 297. JP. 298. JQ. 299. JR. 300. JS. 301. JT. 302. JU. 303. JV. 304. JW. 305. JX. 306. JY. 307. JZ. 308. KA. 309. KB. 310. KC. 311. KD. 312. KE. 313. KF. 314. KG. 315. KH. 316. KI. 317. KJ. 318. KK. 319. KL. 320. KM. 321. KN. 322. KO. 323. KP. 324. KQ. 325. KR. 326. KS. 327. KT. 328. KU. 329. KV. 330. KW. 331. KX. 332. KY. 333. KZ. 334. LA. 335. LB. 336. LC. 337. LD. 338. LE. 339. LF. 340. LG. 341. LH. 342. LI. 343. LJ. 344. LK. 345. LL. 346. LM. 347. LN. 348. LO. 349. LP. 350. LQ. 351. LR. 352. LS. 353. LT. 354. LU. 355. LV. 356. LW. 357. LX. 358. LY. 359. LZ. 360. MA. 361. MB. 362. MC. 363. MD. 364. ME. 365. MF. 366. MG. 367. MH. 368. MI. 369. MJ. 370. MK. 371. ML. 372. MM. 373. MN. 374. MO. 375. MP. 376. MQ. 377. MR. 378. MS. 379. MT. 380. MU. 381. MV. 382. MW. 383. MX. 384. MY. 385. MZ. 386. NA. 387. NB. 388. NC. 389. ND. 390. NE. 391. NF. 392. NG. 393. NH. 394. NI. 395. NJ. 396. NK. 397. NL. 398. NM. 399. NN. 400. NO. 401. NP. 402. NQ. 403. NR. 404. NS. 405. NT. 406. NU. 407. NV. 408. NW. 409. NX. 410. NY. 411. NZ. 412. OA. 413. OB. 414. OC. 415. OD. 416. OE. 417. OF. 418. OG. 419. OH. 420. OI. 421. OJ. 422. OK. 423. OL. 424. OM. 425. ON. 426. OO. 427. OP. 428. OQ. 429. OR. 430. OS. 431. OT. 432. OU. 433. OV. 434. OW. 435. OX. 436. OY. 437. OZ. 438. PA. 439. PB. 440. PC. 441. PD. 442. PE. 443. PF. 444. PG. 445. PH. 446. PI. 447. PJ. 448. PK. 449. PL. 450. PM. 451. PN. 452. PO. 453. PP. 454. PQ. 455. PR. 456. PS. 457. PT. 458. PU. 459. PV. 460. PW. 461. PX. 462. PY. 463. PZ. 464. QA. 465. QB. 466. QC. 467. QD. 468. QE. 469. QF. 470. QG. 471. QH. 472. QI. 473. QJ. 474. QK. 475. QL. 476. QM. 477. QN. 478. QO. 479. QP. 480. QQ. 481. QR. 482. QS. 483. QT. 484. QU. 485. QV. 486. QW. 487. QX. 488. QY. 489. QZ. 490. RA. 491. RB. 492. RC. 493. RD. 494. RE. 495. RF. 496. RG. 497. RH. 498. RI. 499. RJ. 500. RK. 501. RL. 502. RM. 503. RN. 504. RO. 505. RP. 506. RQ. 507. RR. 508. RS. 509. RT. 510. RU. 511. RV. 512. RW. 513. RX. 514. RY. 515. RZ. 516. SA. 517. SB. 518. SC. 519. SD. 520. SE. 521. SF. 522. SG. 523. SH. 524. SI. 525. SJ. 526. SK. 527. SL. 528. SM. 529. SN. 530. SO. 531. SP. 532. SQ. 533. SR. 534. SS. 535. ST. 536. SU. 537. SV. 538. SW. 539. SX. 540. SY. 541. SZ. 542. TA. 543. TB. 544. TC. 545. TD. 546. TE. 547. TF. 548. TG. 549. TH. 550. TI. 551. TJ. 552. TK. 553. TL. 554. TM. 555. TN. 556. TO. 557. TP. 558. TQ. 559. TR. 560. TS. 561. TT. 562. TU. 563. TV. 564. TW. 565. TX. 566. TY. 567. TZ. 568. UA. 569. UB. 570. UC. 571. UD. 572. UE. 573. UF. 574. UG. 575. UH. 576. UI. 577. UJ. 578. UK. 579. UL. 580. UM. 581. UN. 582. UO. 583. UP. 584. UQ. 585. UR. 586. US. 587. UT. 588. UU. 589. UV. 590. UW. 591. UX. 592. UY. 593. UZ. 594. VA. 595. VB. 596. VC. 597. VD. 598. VE. 599. VF. 600. VG. 601. VH. 602. VI. 603. VJ. 604. VK. 605. VL. 606. VM. 607. VN

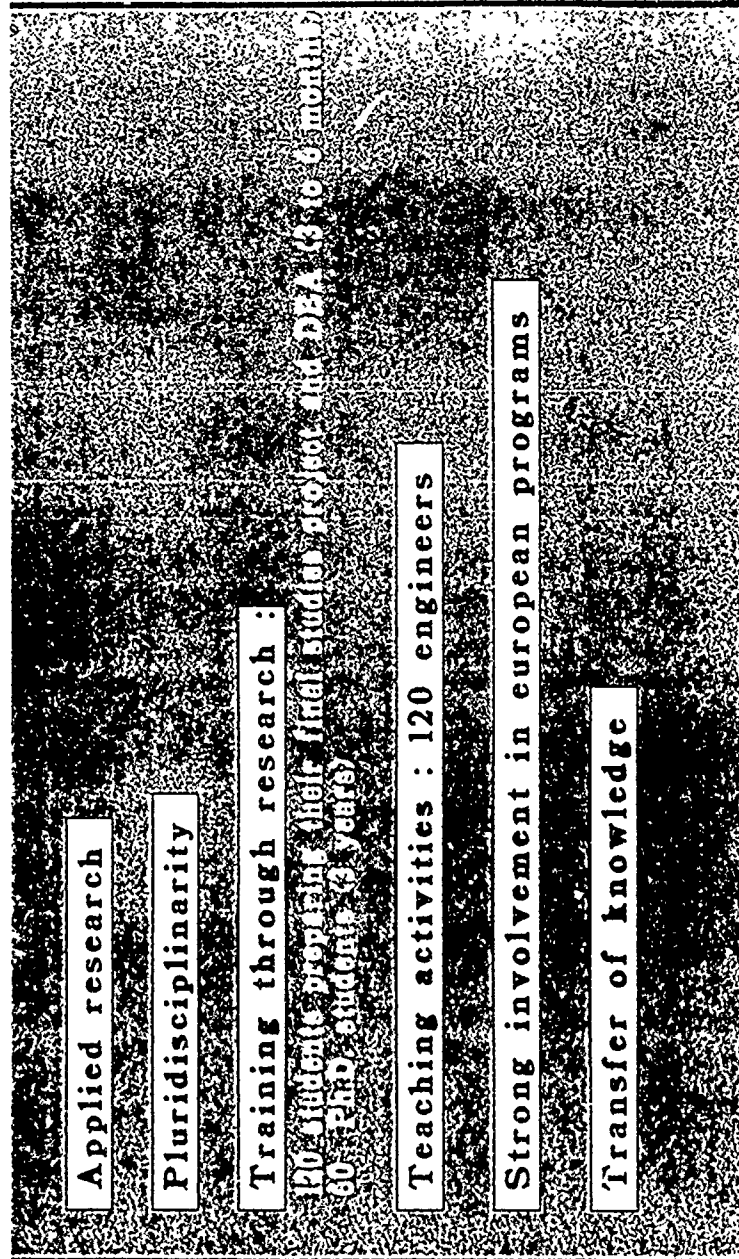
CERT

Its dual purpose :

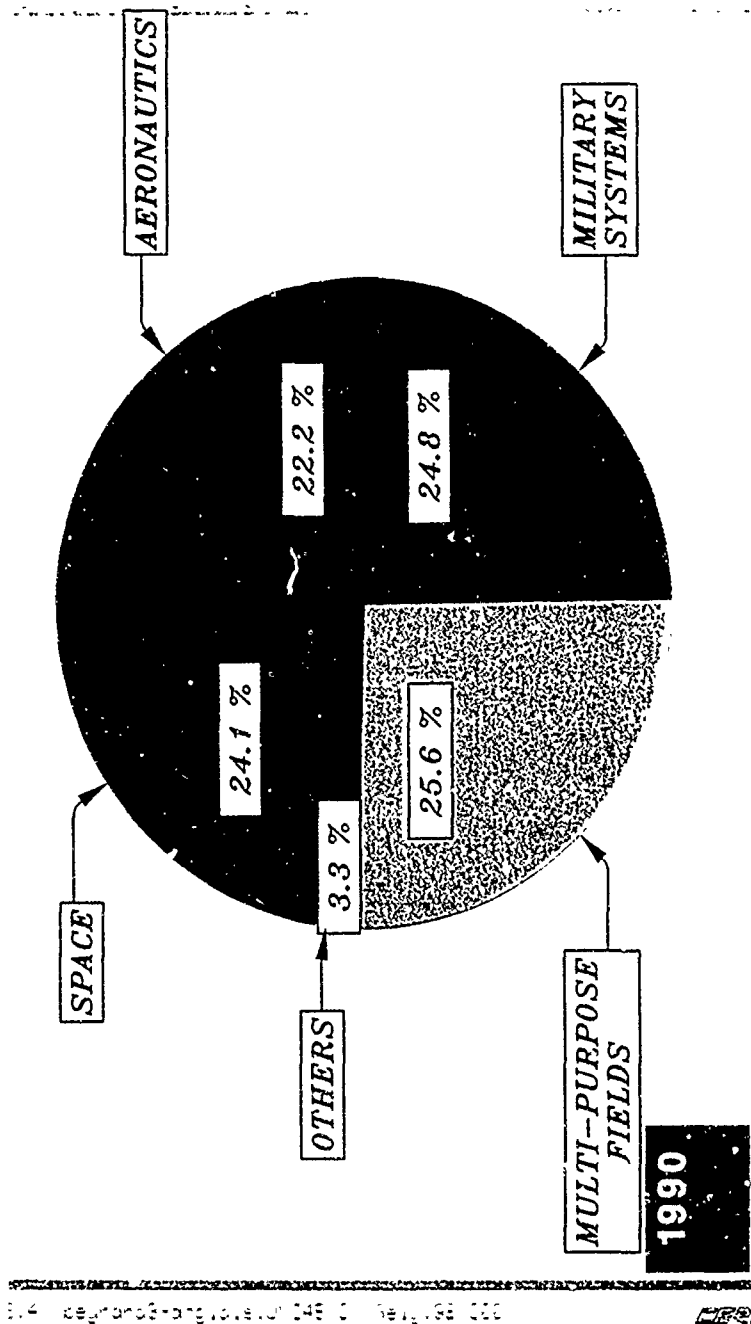
**To carry out research following the needs of
aeronautics, space and defence industries**

To provide the ENSAE with the support of a research centre by taking part in its teaching activities

THE CERT Its characteristics



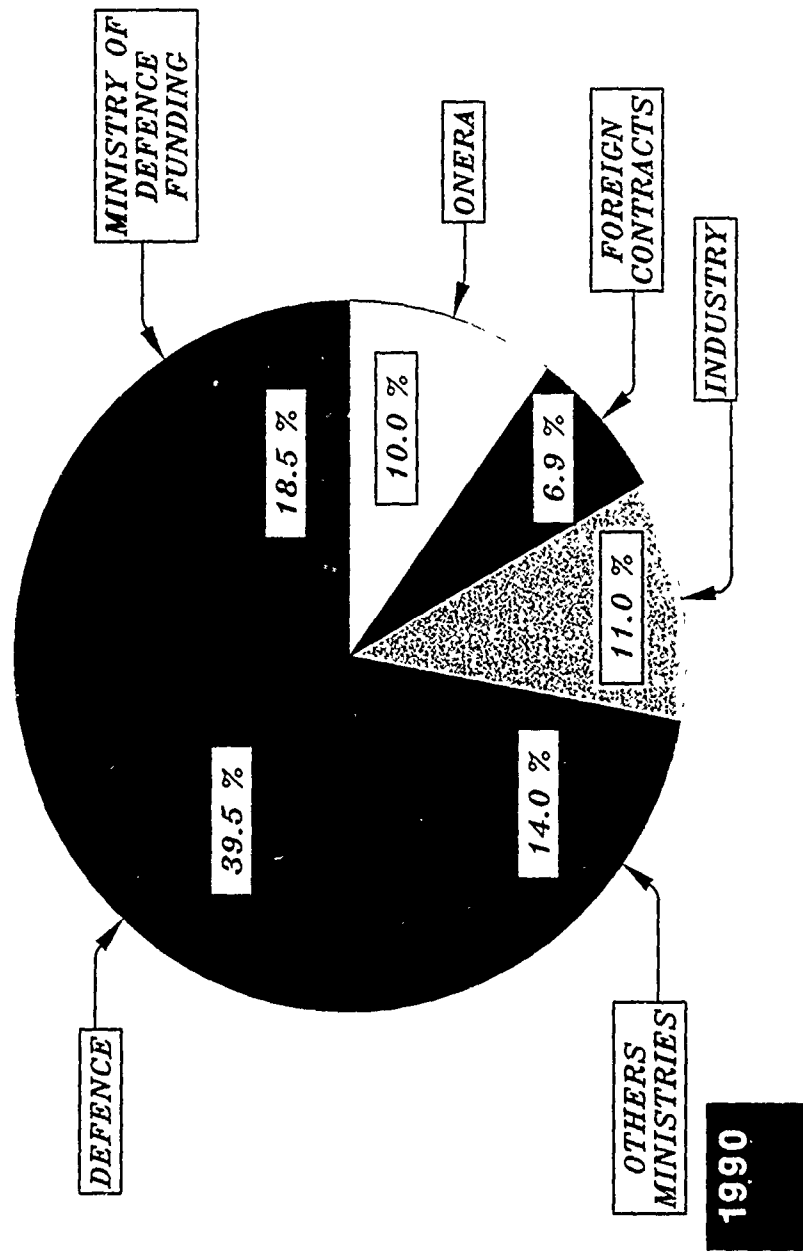
THE CERT:
ACTIVITIES ORIENTED TOWARDS AERONAUTICS,
SPACE AND DEFENSE INDUSTRIES



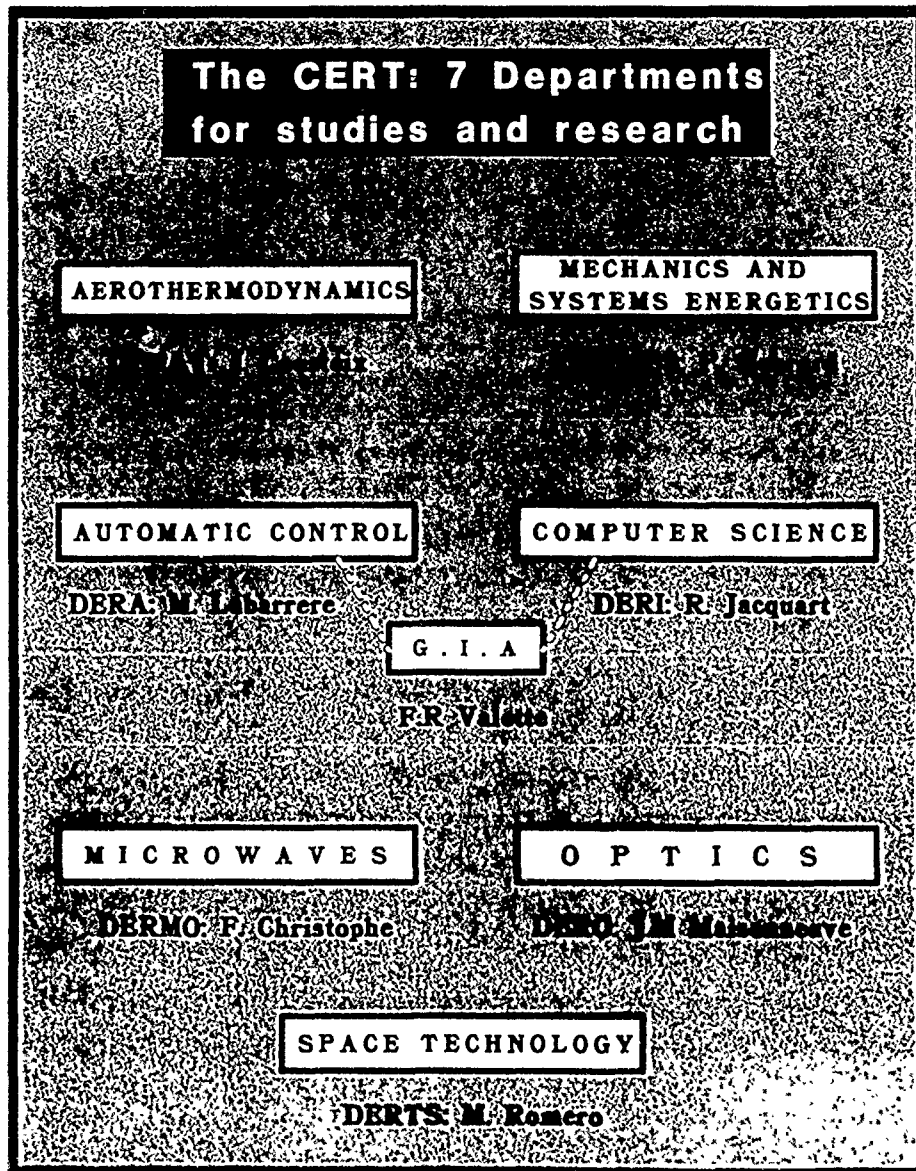
THE CERT: 365 PEOPLE



THE CERT: 165 MF PROGRAM



THE CERT: 7 Departments
for studies and research



AEROTHERMODYNAMICS

Subsonic and transonic boundary layers

Supersonic boundary layers

Turbine boundary layers

Design of new equipment and test techniques
in transonic aerodynamics

Studies on cryogenic wind tunnels

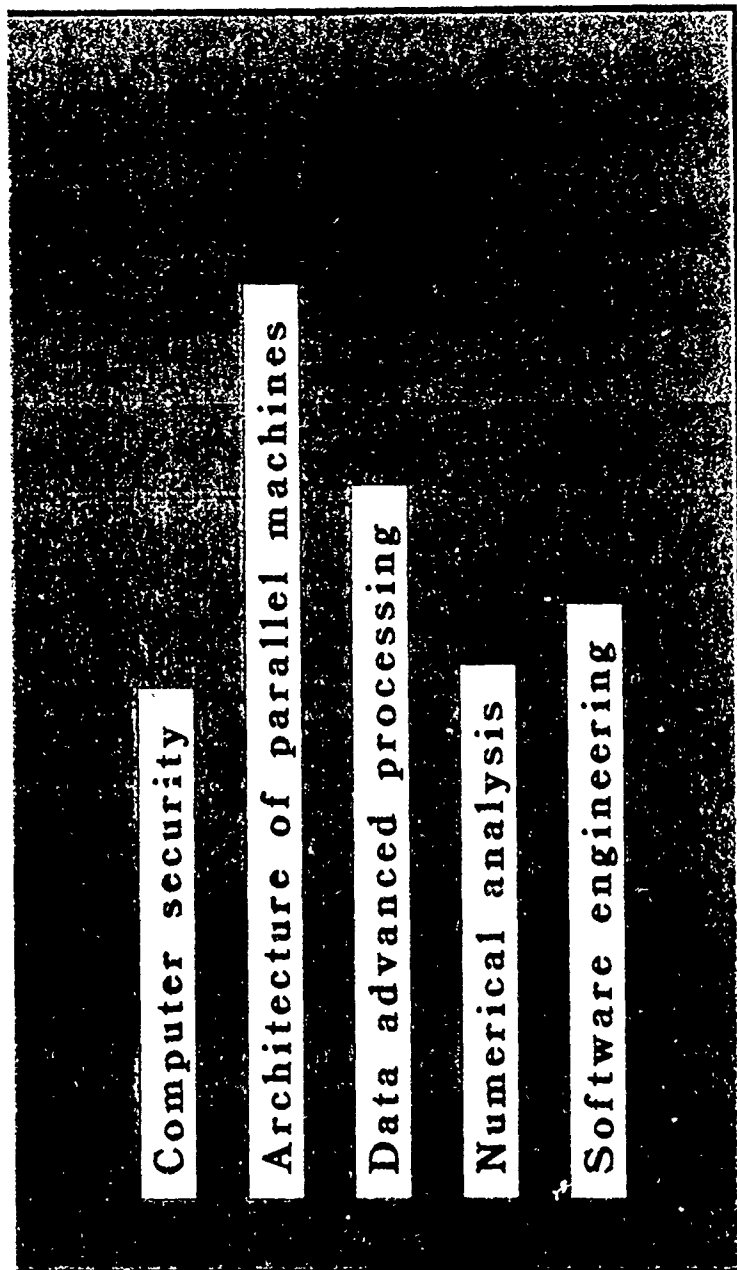
AUTOMATIC CONTROL

Automatic control of air, space, land and
sea vehicles

Applications of automatic control for
processes and large systems

Basic studies of automatic control tools

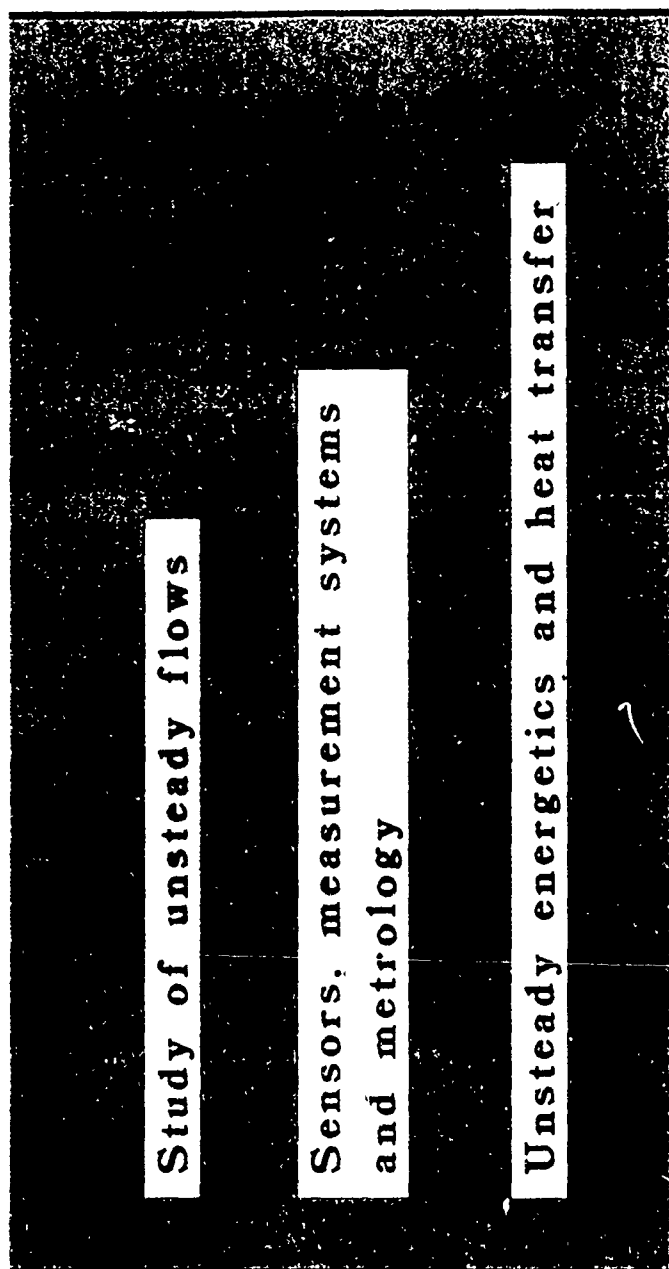
COMPUTER SCIENCE



infor-anglais.UNI4510 Gely.92100C

ERT

MECHANICS AND
SYSTEMS ENERGETICS

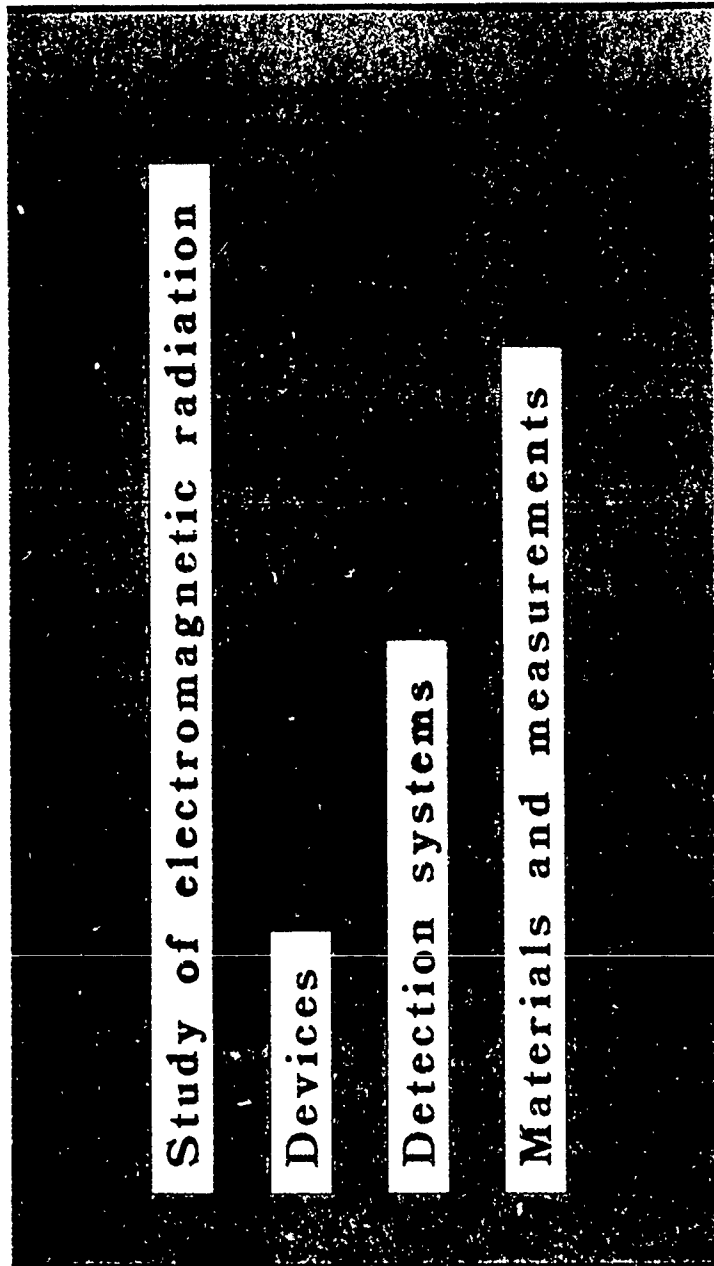


Study of unsteady flows

Sensors, measurement systems
and metrology

Unsteady energetics and heat transfer

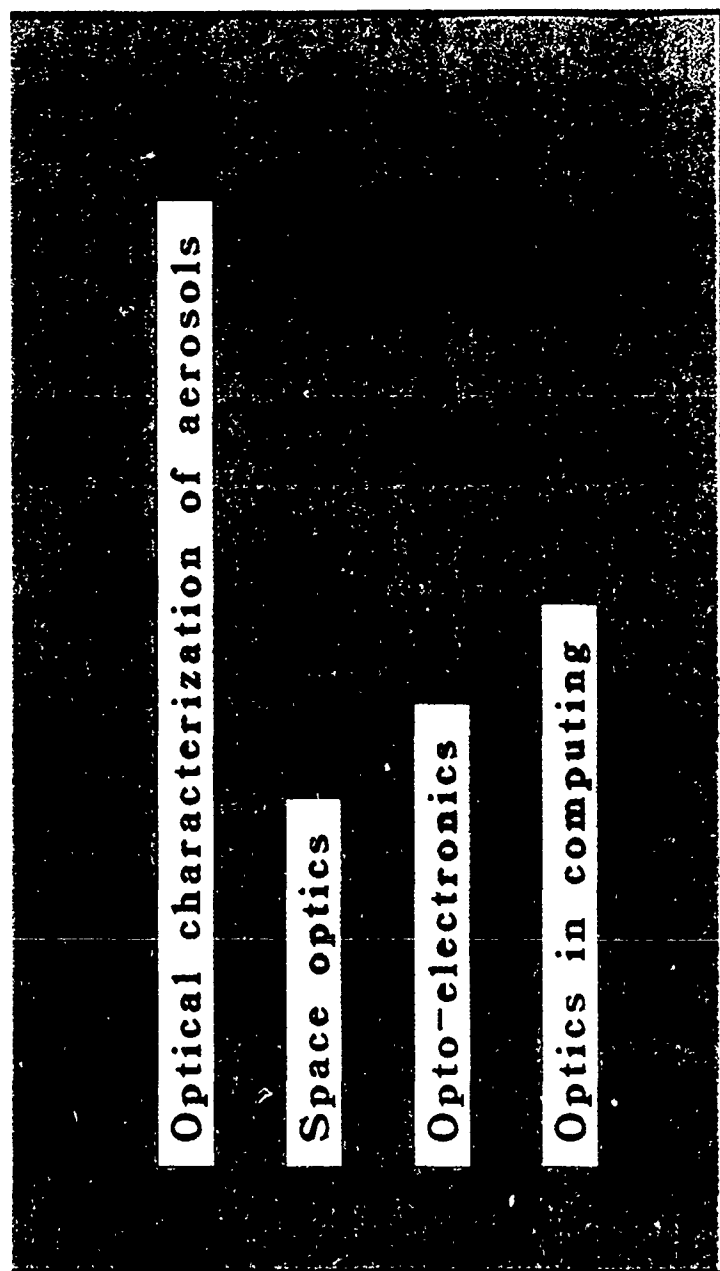
MICROWAVES



micro-anglais.UNI4510 Gel. 951000

ERT

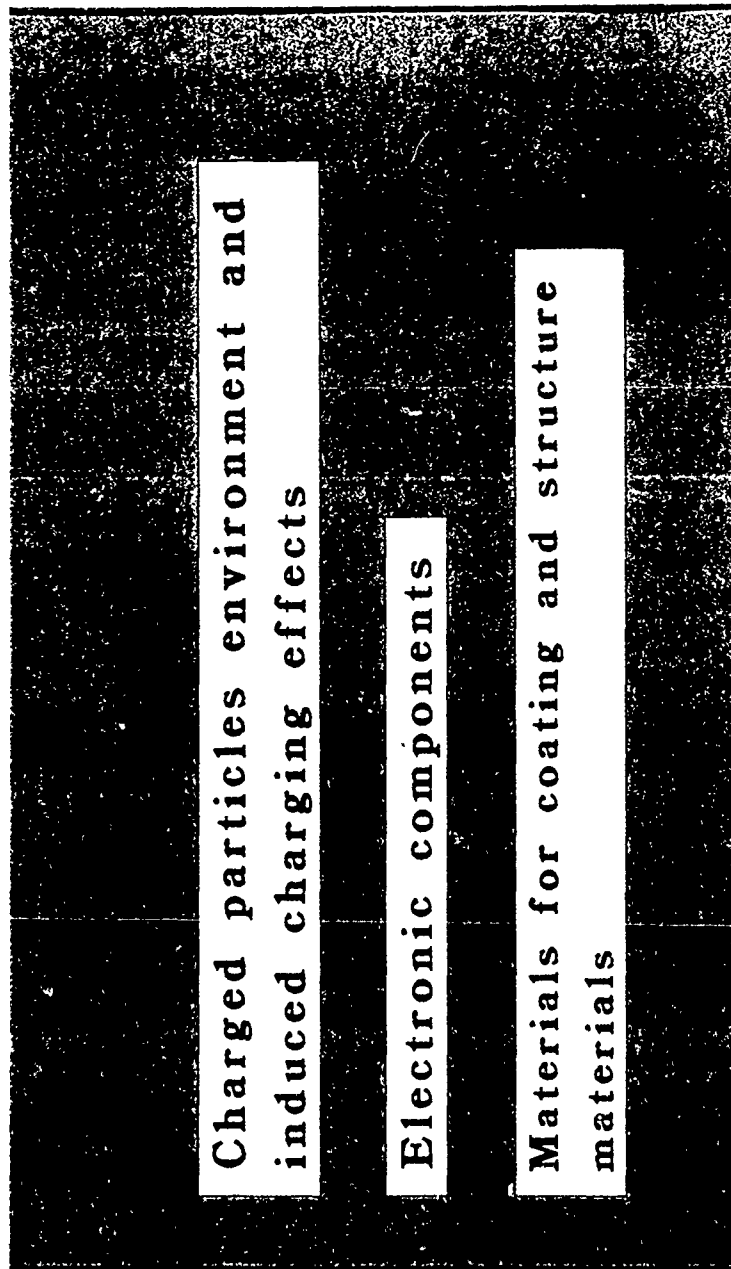
OPTICS



opt-angl@s:UNI4510 Gely.921000

ERT

SPACE TECHNOLOGY



ts-anglais.UNI4510 Gely.921000

ERT

1989: THE CERT AND EUROPE: 18 MF HT *

COMPUTER SCIENCE		7,70
ESPRIT - ESTEAM	1,60	
- TOOL-USE & REPLAY	5,80	
- BASIC RESEARCH	0,30	
AUTOMATIC CONTROL		4,40
EURKA - PROMETHEUS	1,00	
DRIVE	3,40	
OPTICS		2,45
BRITE - HOEVIS	1,90	
BTW	0,55	
MICROWAVES		1,20
BRITE - NDC	1,20	
MECHANICS AND SYSTEMS		
ENERGETICS		0,30
COMMUNITY BUREAU OF REFERENCES	0,30	
SPACE TECHNOLOGY		1,55
ESA	1,55	

* including the CERT part of the
but BRITE EURAM AERONAUTICS

COMMUNIQUE A LA REUNION DE L'AGARD

LE MAITRE D'OEUVRE ET SES SOUS-TRAITANTS

LA SOUS-TRAITANCE : UNE COMPOSANTE STRATEGIQUE DE LA POLITIQUE D'AEROSPATIALE

(M. HUET)

COMUNIQUE FOR THE AGARD MEETING

THE PRIME CONTRACTOR AND HIS SUBCONTRACTORS

SUBCONTRACTING : A STRATEGIC ELEMENT IN AEROSPATIALE POLICY

(by M. HUET)

Notre exposé portera sur deux points essentiels :

- la situation actuelle d'aérospatiale et les perspectives,
- la place de la sous-traitance dans la politique industrielle d'Aérospatiale.

Nous sommes ici pour vous indiquer la situation actuelle de notre Société, et plus particulièrement celle de la sous-traitance. Nous le ferons en nous référant aux dernières années.

De 1986 à 1989, le chiffre d'affaires de la Société est passé de 25 milliards de francs à près de 31 milliards de francs. Il est encore appelé à progresser de façon significative.

Les prises de commande sont passées de 38 milliards de francs en 1988 à 66 milliards en 1989 (dont 75 % à l'exportation).

En 1989, la Division Avions a vendu 421 AIRBUS et 107 A.T.R.

La part du marché mondial détenue par l'AIRBUS est passée de 18 % en 1988 à 33 % en 1989.

Our presentation will cover two essential points :

- the present situation at Aerospatiale and perspectives,
- the place of subcontracting in the industrial policy of Aerospatiale.

We are here to highlight the existing situation in our Company, and more particularly the position regarding subcontracting. We will illustrate this by going back over the last few years.

Between 1986 and 1989 the turnover figures for the Company increased from 25 billion Francs to close on 31 billion Francs. It is still bound to progress in a significant manner.

Orders received, rose from 38 Billion Francs in 1988 to 66 Billions in 1989 (at which 75 % for export).

In 1984, the Aircraft Division sold 421 AIRBUS and 107 ATRs.

The share of the world market captured by AIRBUS rose from 18 % in 1988 to 33 % in 1989.

Il en résulte que la production de la Division Avions doit progresser de 118 avions par an en 1988 à 285 par an en 1994 ...

Les achats de toutes natures à nos fournisseurs représentent 60 % de ce chiffre d'affaires et tendent vers 2/3. Ils comprennent 40 % d'achat de sous-traitance (30 % de sous-traitance industrielle, 10 % de sous-traitance générale).

les achats de sous-traitance industrielle ont progressé de plus de 25 % depuis 1986.

En 1988, Aérospatiale a confié à l'extérieur plus de 12 millions d'heures de travail. Globalement, cette activité de sous-traitance a généré plus de 10.000 emplois directs et indirects. Dès cette année, elle sera en progression sensible.

La situation est cependant contrastée selon la nature des travaux et les Divisions.

Les charges Etudes devraient se stabiliser pour les années qui viennent. Ces résultats proviennent du fait que les réductions de charges études sur les programmes civils (A.320 - A.T.R.) et militaires ne sont pas compensées par l'augmentation des charges consécutives aux nouveaux programmes -HAP/HAC-A.321 - HERMES.

Par contre, les charges Production continueront de progresser entraînant une augmentation des charges sous-traitées. Ce résultat provient essentiellement du succès commercial des programmes civils AIRBUS, A.T.R., SUPER PUMA, DAUPHIN, ARIANE et du développement des nouveaux programmes HAP/HAC A.321, A.330-A.340.

Toutefois, ces évolutions sont à tempérer par l'amélioration de productivité dans laquelle des efforts sont en permanence engagés.

As a result, the Aircraft Division production rate should increase from 118 aircraft per year in 1988, to 285 per year in 1994...

Total activities of all kinds with our suppliers represent 60 % of this turnover, tending towards 2/3. Out of these activities 40 % represent subcontracting procurement (30 % industrial and 10 % general).

Industrial subcontracting procurement has progressed by over 25 % since 1986.

In 1988, Aérospatiale contracted more than 12 Million manhours to outside firms. As a whole, such subcontracting activities have generated over 10,000 jobs both directly and indirectly. From this year onwards it will show an appreciable upturn.

The situation is, however, variable depending on the type of work and the Divisions involved.

The design workload should stabilize during the coming years. This is deduced from the fact that the reduction in the design workload for civil (A320 - ATR) and military programs is not counter-balanced by an increase in workload from the new programs HAP/HAC - A321 - HERMES.

On the other hand, the production workload will continue to expand and lead to a growth in subcontracting activities. This conclusion is essentially based on the commercial success of the AIRBUS, ATR, SUPER PUMA, DAUPHIN, ARIANE civil programs and the development of new programs HAP/HAC, 321, A330-A340.

However, these developments are offset by a gain in productivity for which a continuous effort is made.

Le niveau actuel de sous-traitance d'Aérospatiale augmentera, avec des évolutions variables selon les Divisions et plus particulièrement :

- hausse à la Division Avions et à la Division Hélicoptères consécutive aux augmentations de cadence et au développement de nouveaux programmes,
- stabilité pour les Divisions Engins et Systèmes Stratégiques et Spatiaux.

Aujourd'hui, les principaux programmes aéronautiques et spatiaux auxquels participe l'Aérospatiale, HAP/HAC, AIRBUS, ATR, ARIANE, sont internationaux. Cette coopération permet d'assurer leur financement de plus en plus coûteux et de rentabiliser les investissements engagés par un élargissement des marchés. L'organisation industrielle correspondante regroupe, au sein de GIE ou Filiale communes, des partenaires majeurs.

Malgré les contraintes inhérentes aux organisations précitées, Aérospatiale poursuit sa politique en matière de coopération. Elle considère que c'est l'une des voies essentielles qui lui permettent d'assurer le développement de toutes ses activités et, par conséquence, celle des partenaires sous-traitants.

Les petites et moyennes entreprises, composantes principales du tissu industriel, ne sont donc pas exclues pour autant de ces regroupements industriels.

En effet, les partenaires majeurs sont, la plupart du temps, de grands constructeurs aéronautiques. Les contraintes de compétitivité, de souplesse et les impératifs sociaux les conduisent :

- à se spécialiser de plus en plus dans certaines tâches nécessitant des investissements coûteux que des petites et moyennes entreprises ne sont pas en mesure de réaliser,

The present level of subcontracting by Aérospatiale will increase with variable evolution according to the Division, and will more particularly :

- grow within the Aircraft Division and Helicopter Division subsequent to the output-rate increase and development of new programs,
- stabilize within the Tactical Missiles and Space and Strategic Systems Divisions.

At the present time, the main aerospace programs in which Aérospatiale is a partner, HAP/HAC, AIRBUS, ATR, ARIANE, are multinational cooperative ventures. This cooperation serves to ensure financing of the steadily spiralling costs of such programs and to ensure a profitable return on investments by enlarging the markets. The associated industrial organization groups the major partners in GIEs or affiliate firms.

Despite the constraints inherent in the type of organization mentioned above, Aérospatiale continues its policy in the matter of cooperation. The Company considers that it is one of the paths to success which will enable it to ensure full development of all its activities and, consequently, development of the potential of its subcontractor partners.

The small and medium size firms, the very fiber of the manufacturing base, are therefore not excluded, for all that, in these industrial re-arrangements.

In fact, the major partners are, in most cases, leading aircraft manufacturers. The demands of competitiveness, flexibility, together with the social requirements prompt them :

- to specialize more and more in certain tasks requiring heavy investments which cannot be made by small and medium size firms,

- et à faire des choix industriels qui leur permettent, avant tout, d'exercer leur métier de concepteur et d'intégrateur.

Ainsi, Aérospatiale doit conserver la maîtrise de l'ensemble de ses activités en évolution constante, qui constituent son savoir-faire et assurent sa vocation de maître d'oeuvre.

En revanche, dans les domaines où les technologies sont soit évoluées, mais stabilisées, soit banalisées ("petits métiers"), le recours à des entreprises sous-traitantes est un axe prioritaire de la stratégie industrielle d'Aérospatiale.

La situation actuelle de l'activité sous-traitance d'Aérospatiale résulte d'une conjoncture favorable sur les marchés civils et de sa politique industrielle qui la conduit à se restructurer pour améliorer son efficacité, sa compétitivité face à l'agressivité de ses principaux concurrents, en particulier américains.

Aujourd'hui donc, cette activité sous-traitance se développe, le plus généralement, autour de ses 11 établissements, couvrant ainsi une part importante du territoire Français. Plus d'un millier de Sociétés travaillent en sous-traitance ordinaire ou à façon pour Aérospatiale.

Cette activité qui participe au succès économique de nos programmes doit être traitée avec rigueur et cohérence.

Aussi, pour atteindre les objectifs qu'Aérospatiale s'est fixés en matière de sous-traitance (accroissement de la flexibilité, amélioration de l'économie, développement de partenariat, possibilité de délocalisation, ...), nos efforts doivent porter sur trois points essentiels :

- and to make industrial decisions which enable them, above all, to carry out their business of designer and integrator.

Thus, Aérospatiale must retain control of its overall activities in constant evolution, which reflect its know-how and safeguard its vocation of prime contractor.

On the other hand, in fields where the technology is either developed, but stabilized, or current (lo-tech), the use of the services of sub-contractors is a priority objective in Aérospatiale industrial strategy.

The prevailing subcontracting situation at Aérospatiale results from a combination of circumstances favourable on the civil markets, plus the sound industrial policy of the company, which prompted it to restructure in order to gain efficiency, and improve its competitiveness in the face of its main rivals, notably the Americans.

For this reason, subcontracting activities are expanding, more specifically, around its 11 plants, thus covering a major part of France. More than a thousand firms work on current subcontracting or small batch work for Aérospatiale.

This activity, which contributes to the economic success of our programs must be handled with determination and coherence.

Therefore to meet the objectives that Aérospatiale has set itself in the field of subcontracting (greater flexibility, cost cutdown, partnership developments, possible relocation, ...) our efforts must be concentrated in three main sectors :

1 - Renforcement du tissu de la sous-traitance

Nous confierons à l'extérieur des travaux constituant des ensembles, sous-ensembles ou pièces primaires utilisables dès la livraison. Cette orientation déjà prise conduit à une réduction des cycles globaux et à une plus grande responsabilité des partenaires.

Ils doivent, en effet, savoir gérer un ensemble de tâches que nous sommes en mesure de leur confier et savoir trouver localement des complémentarités.

Cet aspect nous amène à vouloir renforcer le tissu industriel Français des sous-traitants Aérospatiale autour de sous-traitants majeurs ou de premier rang capables de piloter une sous-traitance de deuxième rang autorisée par Aérospatiale et possédant un potentiel suffisant pour leur permettre de conserver leur indépendance.

Le renforcement visé doit s'effectuer :

- en veillant à ne pas destabiliser les potentiels régionaux,
- en informant les autorités consulaires,
- en développant au maximum un esprit de partenariat avec les sous-traitants reconnus les plus compétitifs (engagement mutuel à moyen terme, orientation de la politique d'investissement, transfert de technologie, capacité à respecter les critères qualité liés à nos métiers,
- en s'assurant de la pérennité des sociétés partenaires.

Mais attention, pour mener à bien cette action, il convient de mieux équilibrer les charges sous-traitées en optimisant les taux de dépendance (30 % au maximum constitue un objectif) et plus particulièrement, pour les sous-traitants capables d'assurer leur propre diversification.

1 - Reinforcement of the subcontracting network

We entrust work to outside firms comprised of assemblies, sub-assemblies or detail parts, delivered in ready-to-install condition. This approach has already resulted in an overall reduction of production lead times and led to greater partner responsibility.

The partner must really know how to manage a full range of tasks which we are able to assign him and know where to find additional local skills.

This aspect leads us to reinforce the French industrial network of Aérospatiale subcontracting by concentrating on top level major subcontractors capable of directing any second level subcontracting authorized by Aérospatiale and who possess sufficient potential to maintain their independence.

The reinforcement sought for must be applied :

- by taking care not to destabilize regional potential,
- by informing consular authorities,
- by developing to the utmost, the spirit of partnership with the subcontractors recognized as being the most competitive (medium term mutual commitment, selective investment policy, technology transfer, capability to meet the quality criteria relating to our skill levels),
- ensure the continued existence of our partners.

However, in order to successfully conclude this action, subcontracted tasks must be better balanced by optimizing the rate-of-dependency (target is 30 % maximum) and more especially for subcontractors capable of ensuring their own diversification.

2 - Développement de la sous-traitance à risques partagés

Nous avons l'intention d'associer nos partenaires qualifiés à nos programmes en procédant à des engagements à moyen terme sur programme (3 ans).

Ces engagements doivent prendre la forme de contrat de progrès sur la base d'objectifs de réduction de coût liée à l'amélioration de productivité. Si, pour Aérospatiale, ces objectifs peuvent être difficiles à négocier avec des commandes au coup par coup, ils ne doivent plus l'être pour des contrats à moyen terme. Le sous-traitant peut mieux évaluer les charges, organiser son travail, investir si nécessaire pour réduire les coûts de production. De plus, cela peut lui permettre de devenir compétitif sur d'autres marchés, et, par ricochet, d'améliorer encore l'efficacité globale de son entreprise.

Les modalités contractuelles doivent être établies sur des bases forfaitaires avec possibilité de remise en cause lorsque les objectifs ne sont pas atteints. Elles doivent intégrer la possibilité de reprise de charge ou d'obligation de contreparties pour aider Aérospatiale à résoudre ses problèmes de compensations industrielles qu'exigent nos clients qui, faut-il le rappeler, engendrent nos activités.

3 - Acquisition des travaux sous-traités au meilleur coût compatibles avec la qualité et les délais

La mise en concurrence systématique des sous-traitants qualifiés Aérospatiale constitue une règle générale.

Nos acheteurs procéderont à de larges appels d'offres nationaux, voir européens ou mondiaux, sur la base de spécifications techniques précises.

2 - Development of risk-sharing subcontracting

We intend to associate our qualified partners with our programs by proceeding with medium term commitments according to the program (3 years).

These commitments are to be in the form of a progress agreement based on cost cutdown targets linked with productivity gains. Whilst, as far as Aérospatiale is concerned, these targets may be difficult to negotiate in the case of orders on a job-by-job basis, this should no longer be the case with medium term contracts. The subcontractor will be able to better evaluate workloads, organize work schedules, invest if necessary to cut down production costs. Moreover, such actions will enable him to become competitive on other markets, and as an offshoot, further improve the overall efficiency of his company.

The contractual clauses must be drawn up on a fixed price basis with the possibility of review whenever the objectives are not achieved. Clauses must integrate the options of taking back workload or include provisions for offsets to help Aérospatiale overcome the problem of industrial compensation demanded by our customers which, it must be remembered, are the driving force of our activities.

3 - Acquisition of the sub-contracted work at the lowest possible cost compatible with the required quality and leadtimes

Regular competition between Aérospatiale hi-tech sub-contractors is a general rule.

Our buyers will invite wide competitive bids on a National, European or even worldwide scale, on the basis of detailed technical specifications.

Nous remarquons que certains travaux de sous-traitance portant sur des programmes anciens peuvent être délaissés au profit des travaux sur des programmes nouveaux, donc à moyen terme ou long terme. Aérospatiale sera attentive à cette dérive et ne pourra engager, dans certains cas, des travaux sur des programmes nouveaux que si un effort est fait sur les travaux d'anciens programmes.

D'une manière générale, il faut considérer la concurrence comme une nécessité d'ordre économique et comme un élément de progrès permettant aux uns et aux autres de se différencier. Toutefois, Aérospatiale doit s'assurer de la pérennité de fourniture des travaux sous-traités.

A ce titre, elle :

- renforcera sa vigilance afin de s'assurer :
 - de la qualité des travaux fournis dans les délais compatibles avec le bon déroulement des programmes,
 - de la pérennité des sociétés sous-traitantes,
- contrôlera leur taux de dépendance,
- qualifiera les doubles sources, plus particulièrement en matière de sous-traitance de spécialité,
- voudra connaître et qualifier les sous-traitants de deuxième rang.

L'ensemble de ces actions, doit renforcer les relations d'Aérospatiale avec ses sous-traitants. Toutefois, j'insiste sur notre volonté d'éviter des liaisons directes avec un trop grand nombre de sous-traitants. Les travaux en régie n'auront plus cours.

We note that some sub-contractor tasks on old programs tend to be set aside, over a medium or long term period, for the benefit of work related to new programs. Aérospatiale will pay special attention to this drift and in some cases will only allocate tasks on new programs if an ongoing effort is made on the old program activities.

As a general rule, competition must be considered as an economic requirement and as a means of upgrading and enabling partners to give their best. However, Aérospatiale ensures a permanent workflow to subcontractors.

For this purpose Aérospatiale will :

- re-inforce its vigilance in order to ensure :
 - that the quality of the work supplied within lead-times is compatible with correct development of the programs,
 - the permanence of the sub-contracting companies,
- check their rate of dependence,
- qualify two separate supply sources, more particularly when specialities are involved,
- know and qualify lo-tech subcontractors.

All these actions taken together should strengthen the relations between Aérospatiale and its subcontractors. However, I stress the fact that we do not wish to have ties with too great a number of subcontractors. There will be no more jobs paid on an hourly basis with no guarantee of results.

Ces actions doivent se faire en préservant les qualités couramment admises de petites et moyennes entreprises : légèreté de structure, souplesse de fonctionnement, dynamisme, flexibilité, efficacité et économie de réalisation. Leur développement doit s'effectuer dans un climat de confiance mutuelle et de volonté affirmée. Elles conduiront au partenariat ou encore à l'association des compétences et des moyens de chacun, tout en préservant les intérêts légitimes réciproques.

Les petites et moyennes entreprises peuvent améliorer, non seulement leur productivité, mais aussi leur capacité à prendre des responsabilités accrues. La conjoncture actuelle leur est favorable. La remise à niveau correspondante, qui peut passer pour certaines d'entre elles par des regroupements de compétences, doit leur permettre de se diversifier et d'internationaliser leur activité et leur clientèle.

La politique sous-traitance, d'Aérospatiale permettra d'améliorer l'efficacité de l'ensemble aérospatiale-sous-traitants. La conjugaison des efforts de tous conduira à la conquête de nouvelles parts de marché et permettra ainsi de mieux résister aux assauts de la concurrence internationale.

Dans le cadre de sa démarche industrielle de spécialisation de ses usines, la Division Avions de l'Aérospatiale a décidé de confier le pilotage de la sous-traitance d'une technologie à l'usine spécialiste de cette technologie. Ceci conduit à une déregionalisation dans l'approche des sous-traitants. Il n'en reste pas moins que l'impact régional est fort.

Ainsi aujourd'hui, 75 % de la sous-traitance de production et 95 % de la sous-traitance d'Etudes et de Services achetés par l'établissement de TOULOUSE sont réalisés par des sous-traitants de la région de TOULOUSE et du GRAND SUD-OUEST.

These actions must be undertaken in such a way as to preserve the qualities generally associated with small and medium firms, light structure, flexible operation, go-ahead policy, adaptability, efficiency and production at the lowest cost. They must be developed in an atmosphere of mutual confidence and open conviction. They will lead to partnerships or to the association of each side's skills and facilities, whilst preserving at the same time each side's legitimate interests.

Small and medium size firms are capable of improving not just their productivity, but their ability to take increased responsibilities. The present economic situation is to their advantage. By bringing themselves up to this level, which for some firms could mean pooling skills, they will be able to diversify and internationalize their activities and customers.

Aérospatiale's subcontracting policy will make for greater efficiency of the entity formed by Aérospatiale and its subcontractors. By combining the efforts of all concerned we will be able to win new shares of the market, thus strengthening our position in the face of international competition.

As part of its industrial policy of specializing each of its plants, Aérospatiale's Aircraft Division has decided that the subcontracting of a given technology should be managed by the plant that specializes in this technology. This will lead to de-regionalizing the approach to subcontractors. Nevertheless, the regional impact is strong.

Today, for instance, 75 % of the production subcontracting, and 95 % of the Design and Service subcontracting purchased by the Toulouse plant, is effected by subcontractors in the Toulouse and Greater South-West Area.

Aerospatiale : THE WILL TO WIN

A BRIEF OVERVIEW OF OUR PROGRESSION

●	TURNOVER	GROUP	25,4 Billion F in 1986 31 Billion F in 1989
		AIRCRAFT DIVISION	6,6 Billion F in 1986 12,1 Billion F in 1989
●	ORDERS TAKEN	38 Billion F in 1988 66 Billion F in 1989 including - 75 % for EXPORT - 421 AIRBUS and 107 ATR'S	
ON THE ORDER BOOKS : MORE THAN TURNOVER FIGURES FOR TWO YEARS			
●	AIRBUS SHARE OF MARKET :		
		18 % in 1988 33 % in 1989	
●	AIRCRAFT DIVISION PRODUCTION		
		118 AIRCRAFT in 1988 285 AIRCRAFT in 1994	

AEROSPATIALE OUTSIDE PROCUREMENT ACTIVITIES

TODAY

60% OF THE GROUP TURNOVER FIGURES INCLUDING

- 35% PURCHASE
 - 25% INDUSTRIAL SUBCONTRACTED TASKS
- 1/3 DESIGN ACTIVITIES
2/3 PRODUCTION

I.E. MORE THAN 10 000 JOBS
MORE THAN 1 000 COMPANIES
MORE THAN 12 M MANHOURS

PREDICTED DEVELOPMENTS

- STABILITY FOR THE TACTICAL MISSILES
AND STRATEGIC AND SPACE SYSTEMS DIVISIONS
- INCREASE FOR THE HELICOPTER AND AIRCRAFT DIVISIONS

AIRCRAFT DIVISION PROGRAMS

ANNUAL QTY IN 1994

AIRBUS

A300/600.....	14
A310/300.....	22
A320-321.....	110
A330	33
A340	37

A.T.R.

ATR42.....	32
ATR72.....	37

HERMES

DEVELOPMENT PHASE

HYPERSONICS

ATSF : FUTURE SUPERSONIC AIRCRAFT

TARGET 200 PASSENGERS, MORE THAN 10000 KM RANGE

DATE OF OPERATION : 2005, LAUNCHING OF THE PROGRAMME IN 1995

COOPERATIONS OR SCIENTIFIC CONTACTS :

FRANCE : ONERA , SNECMA , UNIVERSITIES AND LABORATORIES

EUROPE : BAE , ROLLS ROYCE

WORLD : URSS , USA , JAPON

AGV : HIGH SPEED AIRCRAFT

TARGET 150 PASSENGERS, 12000 KM RANGE

DATE OF OPERATION : 2015 , LAUNCHING OF THE PROGRAMME AFTER 2000

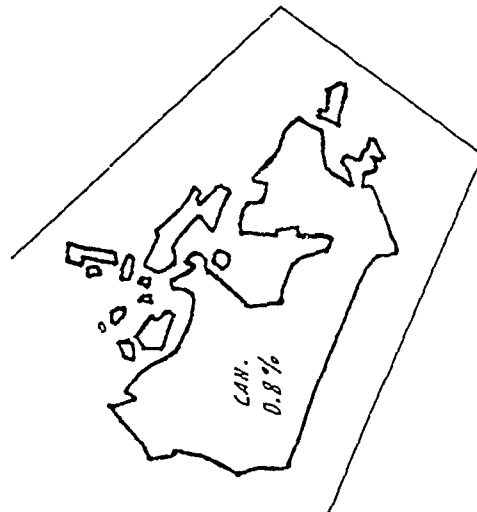
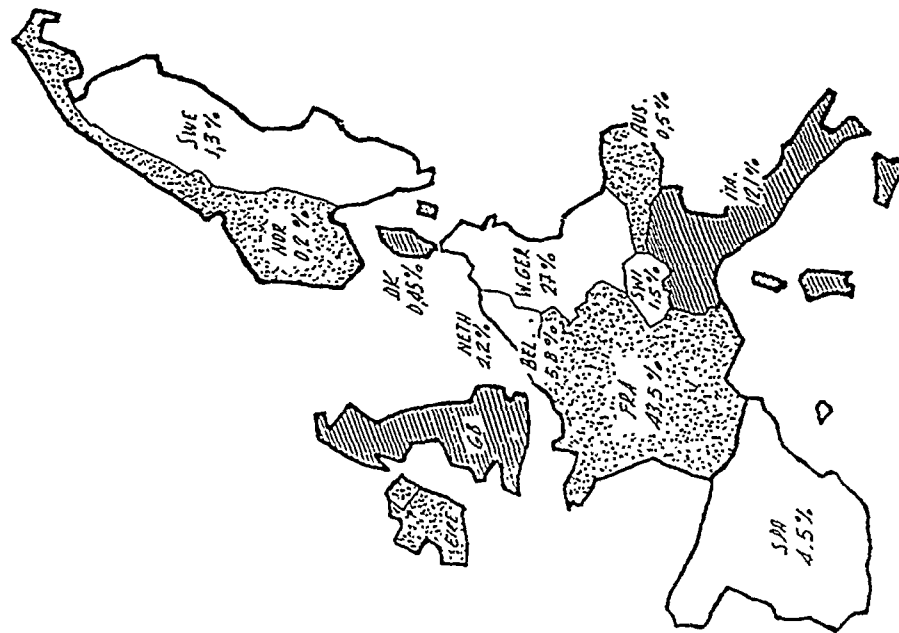
COOPERATIONS OR SCIENTIFIC CONTACTS :

FRANCE : ONERA , HYPERSPACE , UNIVERSITIES AND LABORATORIES

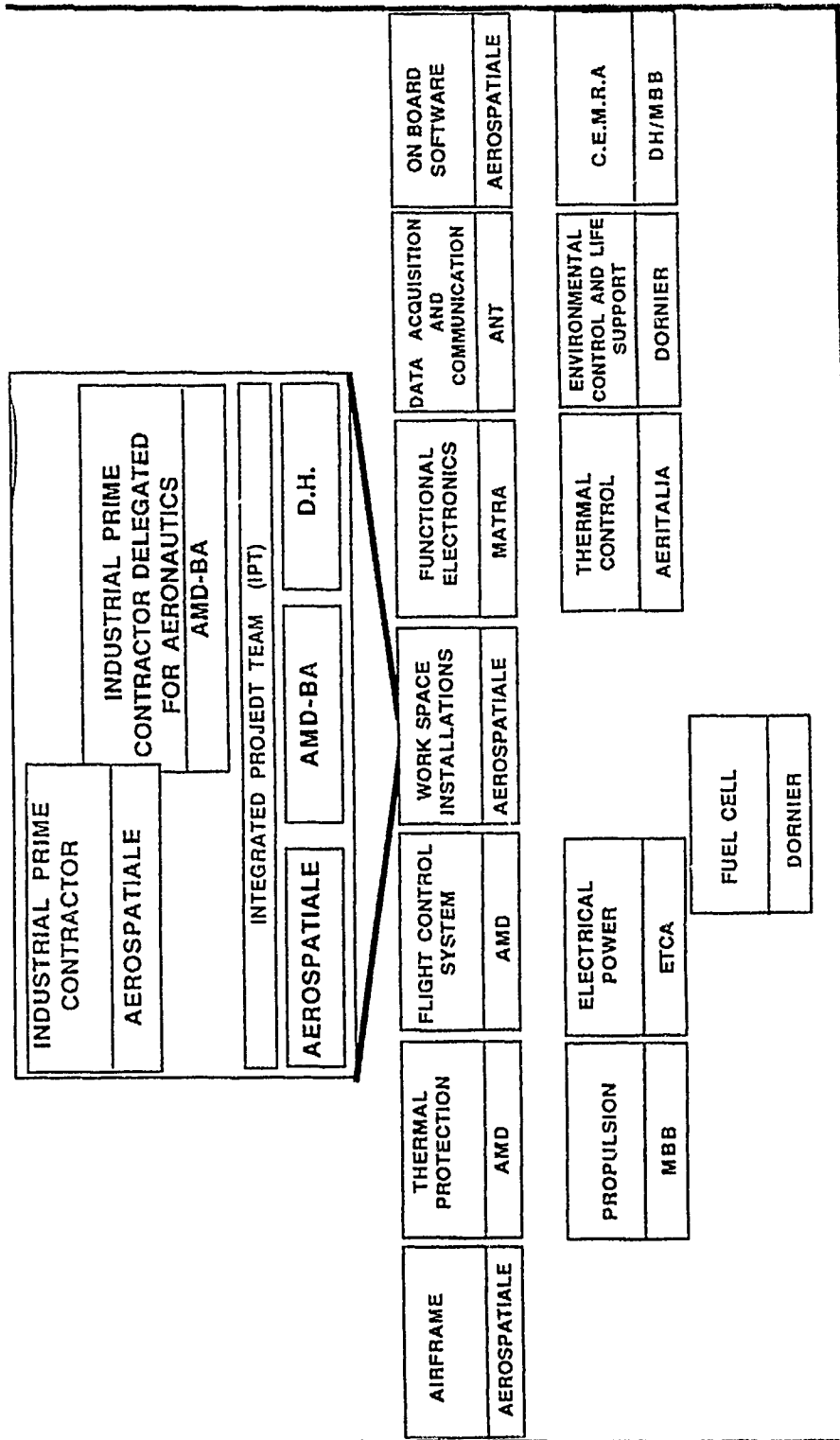
EUROPE : DAE , MBB

WORLD : URSS , USA , JAPON

% OF STATES PARTICIPATING IN HERMES PROGRAMME



INDUSTRIAL ORGANIZATION



INDUSTRIAL PATTERN OF OUR PROGRAMS

* COOPERATION

- . INTERNATIONAL (cooperation partners)
- . NATIONAL AND REGIONAL (suppliers and sub-contractors)

* GIE STRUCTURE

- . FUNCTION OF THE GIE
- . FUNCTIONS OF AS AND THE PARTNERS

AEROSPATIALE HAS CHOSEN

- ITS VOCATION (PRIME CONTRACTOR)**
- ITS SKILLS**
- ITS SUBCONTRACTING POLICY**



INDUSTRIAL SUBCONTRACTING SHOULD THEREFORE INVOLVE :

- . EITHER THE FULLY DEVELOPED BUT STABILIZED HI-TECH SECTORS**
- . OR LO-TECH SECTORS AND MINOR SKILLS**



**RECOURSE TO OUTSIDE FIRMS IS A PRIORITY GOAL IN THE
INDUSTRIAL STRATEGY AND SHOULD CONTRIBUTE TO THE ECONOMIC
SUCCESS OF OUR PROGRAMS**



**SUBCONTRACTING MUST BE DEALT WITH THROUGH STRINGENT CONTROL,
COHERENCE AND APPLIED KNOW-HOW**

SUBCONTRACTING POLICY STRATEGIC GOALS

STRENGTHEN INDUSTRIAL SUBCONTRACTING INTEGRATED STRUCTURE.

EXPAND THE RISK-SHARING SUBCONTRACTING AND CONSIDER OFFSET
COMMITMENTS

OBTAIN SUB-CONTRACTED WORK AT LOWEST POSSIBLE COST COMPATIBLE
WITH REQUISITE QUALITY LEVELS AND LEAD TIMES

TAKE PRECAUTIONS TO SAFEGUARD OUR SUPPLY SOURCES

IMPROVE OUR FLEXIBILITY

END/PSS530

REINFORCE THE SUBCONTRACTING INDUSTRIAL FABRIC

TO REDUCE THE NUMBER OF OUR INTERLOCUTORS AND KEEP DOWN OUR ADMINISTRATIVE COSTS, PROMOTE STATUS OF FIRST LEVEL MAJOR SUBCONTRACTORS CAPABLE OF SUPERVISING SECOND LEVEL SUBCONTRACTING

ENTRUST QUALIFIED SUBCONTRACTORS, IN RESTRICTED NUMBERS, WITH PRODUCTION OF COMPLETE ASSEMBLIES OR SUB-ASSEMBLIES READY FOR INSTALLATION UPON DELIVERY

DEVELOP THE SPIRIT OF PARTNERSHIP WITH THE LEADING SUB-CONTRACTORS (MEDIUM-TERM MUTUAL COMMITMENTS, TRANSFER OF TECHNOLOGY ETC...)

DEVELOP RISK-SHARING SUBCONTRACTING

➤ ASSOCIATE QUALIFIED PARTNERS IN OUR PROGRAMS WITH MEDIUM TERM COMMITMENTS

➤ CALL FOR THE MAJOR SUBCONTRACTORS TO PARTAKE IN PROGRAM FINANCING (NRC), PROGRAM RISK-SHARING AS WELL AS IN OUR OFFSET COMMITMENTS

➤ NEGOTIATE "PROGRESS CONTRACTS" BY MASTERING :
 - TECHNOLOGY TRANSFER
 - PROFIT AND COST SHARING

➤ NEGOTIATE ON A FIXED PRICE CONTRACT BASIS

ACQUIRE SUBCONTRACTED WORK AT LOWEST COST COMPATIBLE WITH REQUIRED QUALITY AND LEAD TIMES

➡ AS AN IMPERATIVE RULE ESTABLISH DETAILED TECHNICAL SPECIFICATIONS, APPLICABLE TO BOTH DESIGN AND PRODUCTION SUBCONTRACTING AND DEFINE THE REQUIREMENTS JOINTLY BETWEEN THE DEPARTMENTS GIVING ORDERS (DESIGN OFFICE, PRODUCTION, PRODUCT SUPPORT) PURCHASING AND QUALITY CONTROL IN ORDER TO SELECT SUB-CONTRACTORS TO BE CONSULTED AND TO DETERMINE WORK ACCOMPLISHMENT LOCATION (IN HOUSE OR OUTSIDE)

➡ SYSTEMATICALLY PROMOTE COMPETITION BY CALL FOR QUOTATIONS AT NATIONAL OR EVEN EUROPEAN (UK, SPAIN,...) OR WORLDWIDE LEVELS

➡ RE-OPEN OLD PROGRAMS TO COMPETITION TO PREVENT A ROUTINE SITUATION AND ENCOURAGE PRODUCTIVITY GAINS, INCLUDING SUB-CONTRACTORS INVOLVED IN THE COOPERATIVE VENTURE

➡ ACTIVELY MAINTAIN COMPETITION BETWEEN SUB-CONTRACTORS

➡ ELIMINATE WORK COSTED BY MANHOURS WITHOUT GUARANTEED COMPLETION TIME

NO/PP/SS/3h

SAFEGUARD OUR SUPPLY SOURCES

IN SETTING UP OUR SUBCONTRACTING POLICY :

- TAKE CARE NOT TO DESTABILIZE REGIONAL POTENTIALITY
- KEEP CONSULAR AUTHORITIES INFORMED
- BALANCE THE SUBCONTRACTOR WORKLOAD BY LIMITING THE RATE-OF-DEPENDENCE TO 30% MAXIMUM
- ENSURE THAT OUR PARTNERS WILL BE IN A POSITION TO REMAIN AS VIABLE SOURCES
- ESTABLISH SECOND SOURCES
- EXAMINE AND QUALIFY THE SECOND LEVEL SUBCONTRACTORS

NO/JP5531

INCREASE OUR FLEXIBILITY

- MANAGE OUR MEDIUM TERM WORKLOAD
- FROM NOW ON, PLAN FOR THE "POST-BOOM" PERIOD BY PARTIAL RECUPERATION OF OUR WORKLOAD (AND CONSEQUENTLY BY LIMITING THE DEPENDENCE RATIO OF OUR SUBCONTRACTORS)
- BE IN A POSITION TO FACE UP TO OUR OFFSET COMMITMENTS
- MAINTAIN (ALTHOUGH ON A REDUCED SCALE) TEMPORARY INDUSTRIAL SUBCONTRACTING.

INDUSTRIAL PATTERN OF SUBCONTRACTING IN THE AIRCRAFT DIVISION

OVERALL INDUSTRIAL STRATEGY

- MEAULTE	SUB-ASSEMBLIES PRODUCED BY MECHANICAL MEANS LIGHT ALLOY DETAIL PARTS
- NANTES	ROUGH MACHINING OF LIGHT ALLOY PARTS, PRODUCTION OF COMPOSITE STRUCTURES, CHEMICAL MACHINING AND SURFACE TREATMENT
- SAINT-NAZAIRE	FUSELAGE SECTION BUILD-UP AND MATING SHEET METAL WORK, PIPING, FORMING
- TOULOUSE	FINAL ASSEMBLY, ASSEMBLY LINE AND ENGINE PYLONS, WIRING, CUSTOMIZATION, STEEL AND TITANIUM MACHINING

SUBCONTRACTING WILL BE SUPERVISED BY THE "SPECIALIST"



ENLARGEMENT OF OUR SUBCONTRACTING AREA.

NO/775592A

6-24

EVEN IF INDUSTRIAL STRATEGY BRING US TO ENLARGE OUR SUBCONTRACTING

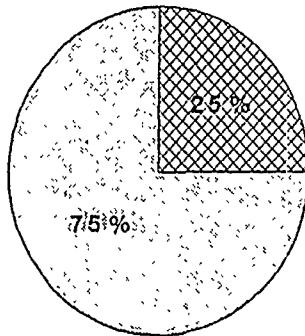
AREA, TO DAY LOCAL IMPACT OF TOULOUSE PLANT SUBCONTRACTING IS



VERY HIGH AS SHOWN HEREAFTER.

MOJZPSS9

TOULOUSE PLANT SUBCONTRACTING ACTIVITIES GEOGRAPHICAL SPLIT (IN 1989)

PRODUCTION



 SOUTH WEST REGION
 REST OF FRANCE

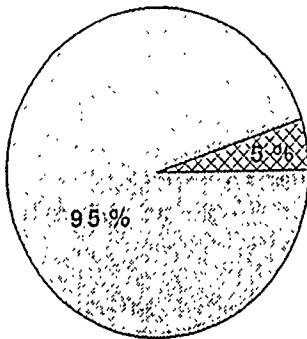
Main regional firms

Activities

SOCATA	UNIT MANUFACTURER
LATECOERE	UNIT MANUFACTURER
RATIER FIGEAC	MECANICS
SOCOA	TOOLING
LABINAL	ELECTRICS
ERCA	ELECTRICS
FOURNIER GROSPAUD	ELECTRICS
MECAHERS	SHEET METAL WORK
QUEUTELOT	SHEET METAL WORK

TOULOUSE PLANT SUBCONTRACTING ACTIVITIES GEOGRAPHICAL SPLIT (IN 1989)

STUDIES AND SERVICES



SOUTH WEST REGION
 REST OF FRANCE

Main regional firms

LATECOERE
 SOCATA
 LABINAL
 RATIER
 CASO
 ECLAIR SERVICES
 ATE
 CEAT
 CAP SESA
 BESSIERE
 CISI ING.
 STERIA
 DIAF
 EDI
 SITE
 LHOTELLIER
 SOFECOME
 STUDEC

Activities

AERONAUTICS STUDIES
 AERONAUTICS STUDIES
 AERONAUTICS STUDIES
 AERONAUTICS STUDIES
 AERONAUTICS STUDIES
 AERONAUTICS STUDIES
 PAINT WORK
 TESTS
 SOFTWARE SERVICE
 TECH PUBS
 SOFTWARE SERVICE
 SOFTWARE SERVICE
 SOFTWARE SERVICE
 TECH PUBS
 TECH PUBS
 LOGISTICS
 STORAGE
 TECH PUBS

**JOURNEES DE L'AGARD
TOULOUSE, VILLE SPATIALE
Le Centre National d'Etudes Spatiales
L'Agence Spatiale Française
(M. SUSSEL)**

**AGARD IN TOULOUSE
TOULOUSE, SPACE CITY
The National Space Studies Centre
The French Space Agency**

Conscient de l'intérêt engendré par l'Espace et ses applications, le Gouvernement français décidait, à la fin de l'année 1961, la création d'un organisme chargé de mettre en oeuvre la politique spatiale en France.

Prenant le statut d'Etablissement public, scientifique et technique à caractère industriel et commercial (EPIC), le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) était mis en place le 1er mars 1962.

Trois ans après cette création, le lanceur Diamant A mettait en orbite la capsule technologique A 1, qui permettait à la France de devenir la troisième puissance spatiale du monde après l'Union Soviétique et les Etats-Unis.

Au cours des deux décennies qui ont suivi cet événement, les activités spatiales ont pris un essor considérable. Au-delà de la conquête scientifique - la mission initiale du CNES - les applications à caractère économique et stratégique se sont largement développées et affirmées. Le CNES, confirmé au fil des années dans son rôle d'Agence Spatiale Nationale, a vu ses missions redéfinies pour s'adapter à cette profonde évolution.

At the end of 1961, conscious of the interest aroused by space and its applications, the French government decided to create a body to be responsible for implementing Space policy in France.

Legally defined as a public, scientific and technical establishment of an industrial and commercial nature, the National Space Studies Centre (CNES) was founded on 1st March 1962.

Three years later, the DIAMANT A launch vehicle placed the space capsule A1 in orbit, thus making France the third ranking Space power in the world, after the Soviet Union and the United States.

The two decades which followed were marked by a considerable increase in Space activities. In addition to scientific achievement, the original mission of the CNES, applications of an economic and strategic nature multiplied rapidly and began to assume an important place in CNES affairs. The CNES, now confirmed as the National Space Agency, had to redefine its objectives in order to adapt to this profound change.

Aujourd'hui elles consistent à :

- préparer la mise en oeuvre de la politique spatiale du pays,
- animer et orienter l'industrie française de l'Espace,
- être l'interlocuteur expert pour les grands organismes français utilisateurs des techniques spatiales,
- exploiter et mettre en valeur les grands programmes spatiaux,
- soutenir les sciences et la recherche fondamentale du domaine de l'Espace,
- définir les orientations des futurs programmes en fonction des enjeux à long terme.

Malgré un effort financier relativement modeste, en comparaison de celui fait par les Etats-Unis et l'Union Soviétique, une capacité scientifique, technologique et industrielle de niveau international a été mise sur pied sous l'impulsion du CNES avec la participation active des laboratoires scientifiques et des industriels. L'enveloppe financière annuelle consacrée aux activités spatiales en France dépasse aujourd'hui 10 milliards de francs : pour sa part, le CNES gère un budget de l'ordre de 9 milliards de francs qui comprend en particulier la participation française aux grands programmes menés dans un cadre européen (Ariane, Hermès...) et en coopération bilatérale avec l'Union Soviétique et les Etats-Unis.

LE CENTRE SPATIAL DE TOULOUSE

Les activités spatiales ont commencé à se développer à Toulouse en 1968 avec l'arrivée du centre technique du CNES dont l'implantation avait un double but : attirer les grands industriels et créer un tissu industriel de haut niveau. A ce jour, les objectifs initiaux ont été largement dépassés. Regroupant plus de 2500 personnes, le Centre Spatial est devenu lui-même un véritable campus sur lequel sont présentes toutes les compétences nécessaires à la conception et au développement d'un programme spatial. Ce savoir-faire se retrouve au CNES, dans ses filiales, dans les groupements et autres organismes présents sur son site.

Today, these objectives are seen as being :

- to prepare the implementation of national Space policy,
- to galvanise and orientate the French Space industry,
- to be the expert intermediary for major French organisations wishing to use Space techniques,
- to promote and develop the major space programmes,
- to support space sciences and fundamental research in the Space field,
- to define the orientation of future programmes with respect to long term challenges.

In spite of relatively modest financial effort in comparison to that made by the United States and the Soviet Union, a scientific, technological and industrial capability of international level has been set up by the CNES with the active participation of manufacturers and scientific laboratories. The annual budget envelope in France for space activities today exceeds 10 billion francs : the CNES share of this is some 9 billion francs which includes French participation in the major European programmes (ARIANE, HERMES...) and in bilateral cooperation with the Soviet Union and the United States.

THE TOULOUSE SPACE CENTRE

Space activities began to develop in Toulouse in 1968 with the arrival of the CNES technical centre, whose location was designed to meet a dual requirement : to attract the major manufacturers and to create a high level manufacturing base. Today, these initial objectives have been for exceeded. Employing over 2500 people, the Space Centre has become a veritable campus which has brought together all the various skills required for the design and development of a space programme. This know-how is possessed by the CNES, its subsidiaries, and by Groups and other bodies on the site.

La décision de décentraliser son principal Centre technique de Brétigny-sur-Orge à Toulouse avait été prise peu après la création du CNES. Cette opération de décentralisation réussie, conduite par la DATAR sur décision du Général de Gaulle, avait été au départ contestée : elle se heurte encore aujourd'hui à des problèmes de concurrence, tant au plan national qu'au plan européen.

Elle a permis sans aucun doute de faire éclore à Toulouse et dans sa région, une activité économique importante. Celle-ci représente le tiers des emplois dans le domaine des activités spatiales françaises.

Missions du Centre Spatial de Toulouse

Le Centre Spatial de Toulouse est une des quatre localisations de l'Agence Spatiale française. Il en est la principale entité technique.

Installé sur 57 ha dont près de 105 000 m² de surface hors d'oeuvre, il compte 2000 personnes relevant de l'Agence Spatiale nationale et environ 400 autres dépendant de sociétés filiales et de l'Agence Spatiale Européenne. Parmi ces agents, plus de la moitié sont des ingénieurs de haut niveau.

Le Centre Spatial de Toulouse étend sa vocation à tous les objets spatiaux, à l'exception des lanceurs. Le Centre définit les charges utiles et les satellites qu'ils soient scientifiques ou d'application : la Direction du programme européen Hermès y est implantée. Il gère un important programme de ballons et dispose pour leur lancement de la base d'Aire-sur-l'Adour.

Il a vocation de participer aux études, développements et à l'utilisation des stations spatiales habitées ou de tous autres objets spatiaux que le Gouvernement français voudrait voir développer, ou mettre en activité de veille technologique avancée.

A ce titre, il conduit un large programme de Recherche et Technologie pluridisciplinaire, en étroite collaboration avec l'industrie, le monde de la recherche, de l'éducation et avec la Délégation Générale pour l'Armement.

The decision to move the main CNES technical centre from Brétigny-sur-Orge to Toulouse was taken just after the creation of the CNES. This successful exercise in decentralisation carried out by the DATAR at the request of General de Gaulle was initially questioned : today, it is experiencing problems of competition both on the National and European fronts.

It undoubtedly helped Toulouse to blossom, providing the region with a major economic activity. It represents one third of the employment in the field of space activity in France.

The Mission of the Toulouse Space Centre

The Toulouse Space Centre is one of the four locations of the French Space Agency, and is the main technical centre.

Set in 57 hectares with an outside gross area of 105 000 m², the Centre employs some 2000 people at the National Space Agency and approximately 400 others at subsidiary companies and the European Space Agency. More than half these employees are high level engineers.

The mission of the Toulouse Space Centre covers all space subjects, with the exception of launchers. The Centre specifies the payloads and designs the satellites, whether for scientific or application purposes. The directorate of the European programme HERMES is housed at the Centre. A major balloon programme is run from the Centre, using the Aire-sur-Adour base as launch site.

The Centre participates in the design, development and utilisation of manned space stations and any other space hardware which the French government might wish to develop or for which it might wish to set up advanced technology watch.

To this end, it runs a wide-ranging, multidisciplinary Research and Technology programme, in close collaboration with industry, education, the research community and the General Delegation for Armament.

Le CNES, comme l'a voulu le législateur, est chargé d'étudier, de définir et de proposer au Gouvernement la politique spatiale française, puis de l'exécuter.

Dans ce cadre, le Centre Spatial de Toulouse apporte son soutien technique dans la préparation de cette politique dont le pouvoir de décision est resté fondamentalement implanté à Paris, là où se trouvent les Etats-majors ministériels, l'Agence Spatiale Européenne, et où transitent les diplomates qui génèrent la coopération spatiale au plan mondial.

De l'espace utile à la commercialisation

Lorsque le CNES se constitua en 1962, il n'existait pas d'industrie spatiale française. Seules quelques sociétés avaient une expérience dans la réalisation d'engins balistiques et d'équipements scientifiques embarqués.

Afin que l'industrie nationale atteigne le stade de la qualité spatiale, le CNES a été conduit progressivement à l'amener à accroître sa compétence, à perfectionner ses méthodes de travail et à tenir le rôle de maître d'oeuvre, le CNES gardant la maîtrise des programmes.

C'est à Toulouse que cette évolution a vu son aboutissement avec le développement du programme de télécommunications Symphonie, au début des années 70.

Pour la première fois, la maîtrise d'oeuvre et l'intégration d'un satellite étaient laissées à l'initiative des entreprises. Plus de 15 ans se sont écoulés et l'industrie française peut et doit encore conforter ses positions.

Cette préoccupation constante de transférer à l'industrie tout ce qui est mûr et apte à être rentabilisé a conduit le CNES à créer quelques filiales là où le tissu industriel n'était pas suffisamment motivé pour prendre la relève sans transition. C'est ainsi qu'ont germé sur le Centre Spatial de Toulouse quelques sociétés industrielles et de services auxquelles le CNES participe en tant qu'actionnaire. A savoir :

In accordance with the wishes of the legislator, the CNES is responsible for examining, defining and proposing French Space policy to the Government and then for carrying it out.

In this connection, the Toulouse Space Centre provides technical support for the preparation of this policy, for which the decision making power has remained basically installed in Paris, where the Ministries and the European Space Agency are located and where the visiting diplomats who initiate world wide space cooperation are to be found.

From useful space to marketing

When the CNES was created in 1962 there was no space industry in France. There were merely a few companies with some experience of the manufacture of ballistic missiles and airborne scientific equipment.

In order to bring national industry up to the quality standard required for space projects, the CNES gradually worked on improving its capabilities, perfecting the methods employed and encouraging French industry to act as prime contractor, while retaining overall programme control.

The results of this policy were first seen in Toulouse, with the development of the telecommunications programme SYMPHONIE at the start of the 1970's.

For the first time, project management and integration of a satellite were left to the initiative of the manufacturers. More than fifteen years have passed since then and French industry can and should further reinforce its position.

This constant concern to transfer to industry everything which is mature and likely to be cost-effective led CNES to set up a number of subsidiaries in those areas where the manufacturing base was insufficiently motivated to be able to take up the challenge without some kind of transition period. This spawned the following manufacturing and service companies in which CNES is a shareholder:

Filière Spot et programmes d'observation de la Terre :

• SPOT CONSEIL :

Intervient auprès d'organismes publics ou privés nationaux ou internationaux, et propose des prestations de consultation, de conseil et d'ingénierie en télédétection.

• SPOT IMAGE :

Première société commerciale au monde constituée pour la distribution des données et produits de satellites de télédétection des ressources terrestres, et en particulier ceux fournis par la filière des satellites français de la série SPOT. En outre, SPOT IMAGE négocie, pour le compte du CNES, les accords de réception directe des données SPOT par des stations étrangères.

• Le GDTA

C'est un GIE qui réunit de grands établissements nationaux intéressés par la télédétection. Il conduit une mission principale importante dans le domaine de la formation, de la sensibilisation et de la diffusion de données de télédétection aérospatiale.

Programme de localisation :

• CLS

La société CLS commercialise des données de localisation par satellite, gère le service de localisation et de collecte de données ARGOS.

Programme d'intégration - moyens d'essais

• INTESPACE

La Société INTESPACE, expérience unique en Europe, met en service des maîtres d'oeuvre et des fabricants d'équipements spatiaux, les moyens permettant de simuler les conditions d'environnement pendant les lancements et durant la vie orbitale.

Spot project and Earth observation programmes :

• SPOT CONSEIL :

Works with public or private, national or international bodies offering consultancy and project management services in the field of remote sensing.

• SPOT IMAGE :

World leader in the dissemination of products and data supplied by earth resource remote sensing satellites, and in particular those produced by the French SPOT series satellites. In addition, SPOT IMAGE negotiates for CNES certain agreements concerning the direct reception of SPOT data by foreign stations.

• GDTA

This is a joint venture company which brings together the main national companies working in the field of remote sensing. Its principal mission is one of training, coupled with the promotion and distribution of data supplied by remote sensing.

Localisation programme :

• CLS

The company CLS markets satellite supplied localisation data and manages the data gathering and localisation service ARGOS.

Integration programme - Test facilities

• INTESPACE

The company INTESPACE is unique in Europe in offering space equipment manufacturers and prime contractors equipment enabling simulation of the environmental conditions prevailing during launch and orbit.

INTESPACE complète ses prestations d'essais par une assistance d'étude et d'ingénierie dans ce domaine des essais de véhicules spatiaux.

Plus de quatre mille emplois pour les activités spatiales en Midi-Pyrénées

L'INDUSTRIE

Toulouse est devenue un pôle d'excellence de la recherche, des réalisations et de l'exploitation de l'espace. Et pour peu que la volonté politique s'affirme dans ce domaine, que toutes les synergies convergent, un pôle spatial européen peut ainsi se développer à Toulouse.

Ces vingt années d'existence du Centre Spatial de Toulouse, décentralisé ici par volonté gouvernementale, ont été pour Toulouse et sa région un apport très important de sang neuf, et ont créé toute une activité économique nouvelle.

Non seulement les 2 000 emplois très qualifiés du Centre, mais l'attraction de cet établissement donneur d'ordres, ont induit plus de 2 000 autres emplois spatiaux en Midi-Pyrénées. Cela représente le tiers des emplois spatiaux français !

L'installation du Centre Spatial à Toulouse a conduit Matra à implanter un complexe industriel à Montaudran : Matra-Espace. De même, Alcatel-Espace a érigé un Centre à Candie.

C'est ce même Centre Spatial de Toulouse qui a permis à un certain nombre de sociétés régionales de changer de vocation et d'ampleur, Zodiac Espace, le Groupe CEIS, la CISI, Cap-Sogeti constituent tout particulièrement des exemples typiques. Une vingtaine d'autres entreprises régionales ont appris avec l'espace à maîtriser des études et réalisations de qualité. L'espace est un métier difficile et risqué, mais quelle école de qualité pour la diversification, la valorisation des études et des fabrications !

INTESPACE test services are backed up by design and project management assistance in the field of space vehicle testing.

More than 4000 jobs created by space activities in the Midi-Pyrénées region

INDUSTRY

Toulouse has become a centre of excellence in space research, development and operations. Given the political will and the cooperative effort necessary, Toulouse could well become a European Space centre.

In the last twenty years, since the decentralisation of the Space Centre to Toulouse, a whole new economic activity has been created in the region.

In addition to the 2000 jobs provided by the Centre itself, 2000 other new jobs have been created by the orders which have flowed from the Centre, representing altogether one third of French space industry employment !

The installation of the Space Centre at Toulouse led Matra to set up a manufacturing complex at Montaudran : Matra-Espace. Similarly, Alcatel-Espace has built a Centre at Candie.

The same Toulouse Space Centre has enabled a number of companies in the region to change character and size ; Zodiac-Espace, the CEIS group, CISI, and Cap-Sogeti are typical examples. Some twenty other regional companies have learned from the space industry how to achieve quality design and production. Space is a difficult and risky business, but what a marvellous schooling it provides in the diversification and enhancement of quality design and production !

La recherche - Le développement des connaissances - L'éducation

Dans le domaine de la recherche, des liens étroits se sont établis avec :

- le CERT-ONERA, Centre d'Etudes et de Recherches de Toulouse,
- le LAAS, Laboratoire d'Automatisme et d'Analyse de Systèmes,
- le CESR, Centre d'Etudes Spatiales des Rayonnements,
- le CHU de Rangueil, Centre Hospitalier Universitaire,
- l'Université Paul Sabatier,
- l'ENSAE, Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace,
- et beaucoup d'autres...

Le CNES, au sein du Centre Spatial de Toulouse, est partie prenante dans deux laboratoires mixtes avec le CNRS :

- le GRGS, Groupe de Recherches en Géodésie Spatiale,
- le LERTS, Laboratoire d'Etudes et de Recherches en Télédétection Spatiale.

Il participe au CERFACS, Groupement d'Intérêt Public ayant pour objet de définir et de conduire des programmes de recherches relatifs à l'utilisation d'architectures informatiques avancées pour le calcul scientifique, et des actions de formation.

Pour préparer et mener la politique spatiale en matière de vols habités, le Centre Spatial de Toulouse a participé à la création d'un Institut de Médecine et de Physiologie Spatiale (MEDES).

Research - The development of knowledge - Education

In the field of research, close links are maintained with :

- CERT-ONERA, the Centre d'Etudes et de Recherches de Toulouse,
- LAAS, the Laboratoire d'Automatisme et d'Analyse de Systèmes,
- CESR, the Centre d'Etudes Spatiales des Rayonnements,
- CHU Rangueil, the Centre Hospitalier Universitaire,
- The Université Paul Sabatier,
- ENSAE, the Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace,
- and many others...

The CNES, at the Toulouse Space Centre, is involved in two joint laboratories with the CNRS.

- the GRGS, Groupe de Recherche en Géodésie Spatiale,
- the LERTS, Laboratoire d'Etudes et de Recherches en Télédétection Spatiale.

It also works with the CERFACS, a public interest group with the brief to draw up and execute research programmes into the use of advanced data processing architectures for scientific calculations and also to carry out training actions.

As part of the preparation for manned space flight, the Toulouse Centre participated in the creation of an Institute of Space Medicine and Physiology (MEDES).

Enfin, dans le domaine de l'éducation et de la formation, le CNES joue un rôle important par ses liens avec les Universités et les grandes écoles où de nombreux ingénieurs du Centre Spatial de Toulouse enseignent. Plus de 250 stagiaires sont accueillis chaque année sur le site.

Le CNES ne doit, ni ne peut accorder à sa région d'accueil des privilèges exorbitants

Ce bilan positif d'une décentralisation réussie ne doit pas masquer quelques soucis. Etablissement public national, le CNES ne doit, ni ne peut accorder à sa région d'accueil des privilèges exorbitants : des règles élémentaires de concurrence s'appliquent au niveau national ; de surcroît, une part croissante de ses programmes entre dans le cadre de l'Agence Spatiale Européenne et suit les règles d'attribution contractuelle visant au juste retour des marchés industriels dans les pays contribuant à leur financement.

Si Matra-Espace, Alcatel-Espace, l'Aérospatiale et AMD-BA (Avions Marcel Dassault) ont atteint le niveau de compétence et la taille leur permettant de jouer un rôle majeur dans cette politique d'attribution des contrats, il n'en est pas de même du reste du tissu industriel toulousain qui ne peut prétendre qu'à des rôles d'équipementiers ou de sous-traitants.

Or, dans ce dernier domaine, des spécifications se sont rapidement imposées aux plans européen et national, et il serait néfaste que le CNES crée artificiellement une duplication de compétence sans avoir la capacité ensuite d'alimenter de tels équipementiers à Toulouse. Dans le domaine de la sous-traitance, il faut bien comprendre que les maîtres d'oeuvre ne disposent pas, malheureusement, de marchés de séries. Le recours à la sous-traitance est donc limité à des fabrications plus triviales et sans lendemain, comme les outillages, ou sert à écrêter les pointes de plan de charge, là encore sans promesse de devenir pour les équipes ainsi mobilisées, et à qui, pourtant, on demande des efforts considérables de mise à niveau pour respecter les normes du spatial.

Finally, in the field of education and training, the CNES plays an important role through its links with the Universities, where a great many of the Centre's engineers teach. More than 250 work-experience trainees are accommodated on site each year.

The CNES neither can nor should grant excessive privileges to its home region

This, so far, positive report of a successful decentralisation operation should not, however, be the pretext for masking one or two important concerns. As a national, public institution, the CNES neither can nor should grant excessive privileges to its home region. Elementary rules of competition apply at national level. Moreover, an increasing share of the Centre's programmes are covered by the procedures of the European Agency and follow the contract assignment rules which are designed to provide a fair return of manufacturing contracts to those countries contributing to their funding.

Although Matra, Alcatel-Espace, Aérospatiale and AMD-BA may have achieved the level of competence and the size which enables them to play a major role in this contract assignment policy, the same does not apply to the rest of the Toulouse manufacturing base, who can only claim to be equipment suppliers or sub-contractors.

In this field however, specifications are rapidly imposed, on European or national plans, and it would be harmful for the CNES to artificially create a situation in which there was a duplication of skills without then being able to provide such equipment suppliers with work in Toulouse. As far as sub-contracting is concerned, it is unfortunately the case that prime contractors never deal in mass production. Sub-contractors are therefore used for more limited, one-off orders, such as tooling, or to absorb peaks in the workload, again without much hope of future work for the teams involved, who are nonetheless required to make considerable efforts in order to comply with space industry standards.

Dans le domaine de l'emploi, la politique spatiale, à la fois réaliste et ambitieuse de notre pays et de l'Europe, doit permettre aux jeunes les plus motivés de notre région de trouver un emploi en Midi-Pyrénées. Mais ne confondons pas le rêve et la réalité. La région est jalouée et le recrutement doit se faire à l'échelle du pays, même si l'université et les écoles toulousaines sont particulièrement bien placées pour préparer les jeunes aux connaissances spatiales.

C'est ainsi que le Centre Spatial de Toulouse, établissement à statut public, ne recrute que modérément. Il veille à l'équilibre de ses embauches en terme de spécialités.

Dans le cadre européen, les grands programmes vont continuer à se développer dans un contexte de concentration industriel et l'effort tout particulier entrepris par les pouvoirs publics, Etat, collectivités locales et CNES pour mobiliser davantage les PMI et PME, sera dans le domaine spatial nécessairement limité. Des distorsions au profit de telle ou telle région ne seraient pas acceptables. D'autant que les applications de l'Acte Unique qui commenceront à émerger au 1er janvier 1993 se rapprochent. Le CNES devra alors respecter les règles nouvelles de la concurrence industrielle et commerciale en Europe.

A Toulouse et dans la région Midi-Pyrénées, les activités spatiales doivent générer des marchés propres et diversifier leurs services et fabrications. Les efforts déployés par Matra-Espace et Alcatel-Espace à Toulouse pour remporter des contrats à l'exportation doivent être soutenus. Il en est de même pour les PMI et les PME qui elles aussi l'ont bien compris. Je pense à des sociétés comme CEIS-Espace, Zodiac-Espace ou encore comme Master-Peintures qui recherchent hors de nos frontières des marchés dérivés des activités spatiales.

Beaucoup reste à faire dans le domaine de la valorisation et des services des programmes spatiaux. Une attention particulière devrait être prêtée en particulier aux programmes d'Observation de la Terre et à ceux concernant la microgravité.

While on the subject of employment, it should be said that the realistic and ambitious space policy adopted at national and European level should enable the more motivated young people in our region to find work in the Midi-Pyrénées. At the same time, this does not mean that they will enjoy unearned privileges. The region is much envied and recruitment must be carried out on a national scale, even if the schools and universities in Toulouse are well placed to prepare their pupils for a career in the space industry.

This explains to some extent why recruitment at the Toulouse Space Centre is so moderate. The concern is to achieve the right balance in terms of specialists.

From the European viewpoint, the major programmes will continue to develop in a climate of concentration of resources and capabilities, and the special effort made to increase the involvement of small and medium companies on the part of the authorities, the State, local communities and the CNES will necessarily be limited in the space industry field. Distorsions which benefit a particular region compared to others will be unacceptable, particularly in the light of the Single Act, the effects of which will begin to emerge on 1st January 1993. The CNES will then be obliged to observe the new rules governing industrial and commercial competition in Europe.

In Toulouse and the Midi-Pyrénées region, space activities should generate their own markets and diversify their products and services. The efforts made by Matra-Espace and Alcatel-Espace to win export orders should be supported. The same comment applies to the small and medium companies, who do not need reminding of this. I am thinking of companies like CEIS-Espace, Zodiac-Espace or Master-Paints who are looking abroad for space industry spin-off markets.

Much remains to be done in the area of space programme services and development. We should, in particular, look at Earth observation and micro-gravity programmes

Il appartient aux acteurs économiques de Midi-Pyrénées d'être très imaginatifs. Le CNES développe des moyens spatiaux : SPOT, TDF, Hermès, collectes de données, mais ce ne sont que des moyens ! Les valoriser, promouvoir leur utilisation, les faire fonctionner, c'est l'affaire de tous : collectivités locales, laboratoires et entreprises industrielles et bancaires.

En Midi-Pyrénées, le courage, la volonté, l'imagination ne manquent pas. L'essai peut être transformé !

Nom : CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES (CNES)

Adresse : Centre Spatial de Toulouse

18, avenue Edouard Belin

31055 TOULOUSE CEDEX

Téléphone : 61.27.31.31

Télex : CNES T 531081 F

Siège Social : CNES

2, place Maurice Quentin

75039 PARIS CEDEX 01

Statut : Etablissement Public à Caractère Industriel et Commercial (EPIC)

Création : Loi du 19 décembre 1961. Mise en place le 1er mars 1962

Effectifs : 2 357 agents dont 1 575 au Centre Spatial de Toulouse (au 31.12.89)

Budget : 9,1 milliards (H.T.) de francs en 1990

Activités ou missions : Organisme de mise en oeuvre de la politique spatiale française, le CNES est l'Agence Spatiale Nationale. Ses établissements sont implantés à Paris, à Evry, en Guyane et à Toulouse.

Le Centre Spatial de Toulouse (CST), principal centre technique du CNES, regroupe des compétences et les moyens permettant à l'Etat français d'engager et de contrôler les projets spatiaux, de leur conception à l'exploitation des véhicules en orbite, à l'exception du développement des lanceurs (Evry) et des opérations de lancement (Guyane).

It is up to the economic decision makers in the Midi-Pyrénées region to use their imagination. The CNES is developing space hardware : SPOT, TDF, HERMES, data gathering equipment etc. but it's only hardware ! It must be promoted, developed, used, and this concerns us all, local communities, laboratories manufacturers and bankers.

There is no shortage of courage, determination and imagination in the Midi-Pyrénées. This is a try that can be converted !

Name : CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES (CNES)

Address : Centre Spatial de Toulouse

18, avenue Edouard Belin

31055 TOULOUSE CEDEX

Telephone : 61.27.31.31

Telex : CNES T 531081 F

Head Office : CNES

2, place Maurice Quentin

75039 PARIS CEDEX 01

Status : Public Institution of an Industrial and Commercial nature (EPIC)

Creation : Law of 19th December 1961 Founded 1st March 1962

Workforce : 2 357 persons, of which 1 575 at the Toulouse Space Centre (as at 31.12.89)

Budget : 9.1 billion francs (H.T.) in 1990

Activity or missions : The CNES is the body which implements French Space policy. It is the National Space Agency. Its establishments are located in Paris, Evry, Guyane and Toulouse

The Toulouse Space Centre is the main technical centre of the CNES, combining the know-how and the resources which enable the French government to commit and monitor space projects, from the design stage, through to the operation of vehicles in orbit, except for the development of launchers (Evry) and launch operations (Guyane).